



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Ingeniería Industrial
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

**Aplicación de herramientas de calidad en una fábrica
de refrigeradoras para reducir fallos en el producto
final**

TESINA

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

AUTOR

Javier Gabino IZAGUIRRE NEIRA

ASESOR

María del Rosario Elsa PÁRRAGA VELÁSQUEZ

Lima, Perú

2016



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Izaguirre, J. (2016). *Aplicación de herramientas de calidad en una fábrica de refrigeradoras para reducir fallos en el producto final*. [Tesina de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Industrial, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.



ACTA N°028-DAcad-FII-2016

SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA INDUSTRIAL

El Jurado designado por la Facultad de Ingeniería Industrial, reunido en acto público en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería Industrial, el día **Martes 20 de Diciembre de 2016**, a las 09:00 horas, dio inicio a la sustentación de la tesina:

“APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE CALIDAD EN UNA FABRICA DE REFRIGERADORAS PARA REDUCIR FALLOS EN EL PRODUCTO FINAL”

Que presenta el Bachiller:

IZAGUIRRE NEIRA, JAVIER GABINO

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial en la Modalidad: **Perfeccionamiento Profesional**.

Luego de la exposición, absueltas las preguntas del Jurado y siendo las **10:15** horas se procedió a la evaluación secreta, habiendo sido **Aprobado** por **Unanimitad** con la calificación promedio **18**, lo cual se comunicó públicamente.

Ciudad Universitaria, 20 de Diciembre de 2016

ING. ARROYO SALAZAR, JORGE HUGO OMAR
Presidente

ING. MEDINA ESCUDERO, ANA MARÍA
Miembro

MG. PÁRRAGA VELÁSQUEZ, MARIA DEL ROSARIO
Asesor

DEDICATORIA

*A mi Madre por enseñarme lo que es el amor incondicional en la familia.
A mi Padre porque Dios no me pudo dar mejor ejemplo de perseverancia.
A mi familia por todo el cariño que he recibido.
Y a mi Universidad por brindarme oportunidades para desarrollarme a nivel
profesional, regalarme buenos amigos y el orgullo universitario
que solo puede sentir un Sanmarquino.*

ÍNDICE

RESUMEN	7
INTRODUCCIÓN	9
 CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1 Situación problemática	11
1.2 Formulación del problema	12
1.3 Limitaciones	12
1.4 Justificación	13
1.5 Objetivos	14
 CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	
2.1 Descripción general de la empresa	15
2.2 Las operaciones en la empresa	16
2.3 Mapeo de procesos	17
2.4 Productos y Clientes	18
2.5 Indicadores de calidad	19
2.5.1 Rendimiento de primera pasada (FPY)	20
2.5.2 Tasa de fallo ponderada (QKZ)	20
2.5.3 Ratio de llamadas técnicas (TCR)	21
 CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO	
3.1 Las siete herramientas básicas de la calidad	23
3.2 Metodología 8D	26
3.2.1 Descripción de la metodología 8D	26
3.2.2 Pasos para la implementación de 8D	27

3.3 Metodología AMFE	31
3.3.1 Descripción de la metodología AMFE	32
3.3.2 Pasos para la implementación AMFE	33
 CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA	
4.1 Tipo de investigación	35
4.2 Diseño de la investigación	35
4.3 Selección de la muestra	36
 CAPÍTULO V: ANÁLISIS Y APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE CALIDAD	
5.1 Análisis de la información de atenciones por reparación	38
5.2 Identificación de problemas críticos en usuarios finales	40
5.3 Aplicación de las herramientas de mejora de la calidad	44
5.4 Estimación del impacto económico de las acciones propuestas	65
 CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
6.1 Conclusiones	67
6.2 Recomendaciones	68
 BIBLIOGRAFÍA	70
ANEXOS	71

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Disposición de las líneas de ensamble de la empresa	16
Figura 2. Los macroprocesos de la empresa	18
Figura 3. Refrigeradora - Línea No Frost	19
Figura 4. Ejemplo de elaboración de diagrama de Pareto	24
Figura 5. Diagrama Causa - Efecto	26
Figura 6. Comparación de las diferentes metodologías para la solución de problema Fuente. Bosch Group. Problem solving	30
Figura 7. Formato de AMFE	33
Figura 8. Diagrama de Flujo de Metodología	36
Figura 9. Flujo de la información del mercado	37
Figura 10. Nivel de atenciones Vs. Nivel de ventas por departamento	38
Figura 11. Nivel de atenciones Vs. Nivel de ventas por modelo	39
Figura 12. Pareto de síntomas de fallo en mercado - Línea No Frost	40
Figura 13. Pareto de las principales fallas en usuarios finales	42
Figura 14. FPY Línea No Frost - Producción 2016	43
Figura 15. QKZ Línea No Frost - Producción 2016	43
Figura 16. Componentes con mayor fallo en mercado	48
Figura 17. Diagrama Causa – Efecto Timer como uno de los principales componentes de fallo en mercado	49
Figura 18. Diagrama Causa - Efecto Compresor como uno de los principales componentes de fallo en mercado	50
Figura 19. Diagrama Causa - Efecto Motoventilador como uno de los principales componentes de fallo en mercado	51
Figura 20. Diagrama Causa - Efecto Termostato como uno de los principales componentes de fallo en mercado	52
Figura 21. Indicador TCR del Timer por semestre de fabricación	53
Figura 22. Indicador TCR de Compresores por semestre de fabricación	54
Figura 23. Distribución por tipo de fallo del motoventilador en mercado	55
Figura 24. Distribución por tipo de fallo del termostato en mercado	56

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Información del mercado	37
Cuadro 2. Aplicación del AMFE para la prevención de fallas en el producto.....	59
Cuadro 3. Cronograma general de actividades - Mejora de los principales defectos en mercado	63
Cuadro 4. Estimación del impacto económico	65

RESUMEN

El estudio que se presenta se originó por la necesidad de demostrar en la práctica que la implementación de herramientas de Calidad para la identificación, solución y prevención de fallos en una línea de refrigeradoras como producto terminado se traduce en ahorro de costos; así como una mayor satisfacción de los usuarios.

En el capítulo I, se centra el estudio a una línea de refrigeradoras de una empresa nacional manufacturera; esta línea tiene un elevado porcentaje de falla en usuarios finales respecto a las otras líneas de la misma fábrica. Se ilustra como potencialmente se pueden obtener mejoras en la estructura de costos al tener identificados problemas específicos que no pudieron ser detectados en fábrica.

En el capítulo II, se describe de forma general la empresa que ya tiene varios años en el mercado peruano y que desde algunos años forma parte de una marca líder de electrodomésticos en todo el mundo. Se destaca el buen nivel del sistema de gestión de calidad que tiene la empresa, sin embargo se notan más potenciales de mejora respecto al tratamiento de información de los servicios técnicos y las mejoras que pueden ser abarcadas en fábrica desde dicha información.

En el capítulo III se presenta un marco teórico que explica los conceptos básicos de las herramientas de calidad para la mejora continua en una organización. La metodología 8D para ser aplicada al problema de alto fallo o rechazo en los usuarios finales de las refrigeradoras y así encontrar la causa raíz para poder tomar acciones robustas desde fábrica y reducir dicha tasa de fallos. En el mismo capítulo se explica el uso de la herramienta AMFE para destacar los fallos más críticos en base a la ocurrencia y

severidad de cada tipo de fallo. Se hace énfasis en que el uso de estas herramientas permitirá una estructura adecuada de la información para acciones más confiables del grupo de trabajo que se encarga de la reducción de fallos en mercado.

En el capítulo IV se menciona el tipo de investigación que sostiene el estudio, además del diseño de la investigación para obtener un claro horizonte de los pasos a seguir. También se menciona que la selección de la muestra por ser un caso aplicativo abarca la información extraída de la empresa en estudio.

En el capítulo V se desarrolla el análisis de los problemas que los servicios técnicos reportan respecto a la línea en estudio. En primer lugar, se consideran todos los factores que pueden sesgar la información y así llegar a conclusiones erradas. El estudio del flujo de la información nos permite tener un nivel de confianza que los problemas presentados en usuarios finales no se han trastocado y que necesitan solución, ya que esto desgasta la imagen de la marca. En segundo lugar, se analizan los tipos de fallos y se describe de forma básica la aplicación de las herramientas de Calidad para la identificación de problemas, solución de estos y prevención de nuevos problemas en el desarrollo de nuevos componentes sustitutos. También se enfatiza en las razones de la no detección de los problemas en fábrica para que estos sean mejorados y así reducir el riesgo de fallo en mercado. Al finalizar el capítulo V se presenta una estimación del impacto económico de las actividades propuestas en base al estudio y aplicación de las herramientas de calidad.

En el capítulo VI se brindan las conclusiones del estudio y recomendaciones para que las mejoras puedan ser trasladadas a las otras líneas de producción y se pueda seguir en el camino de la mejora continua.

INTRODUCCIÓN

Según Aldana y Vargas (2011), no existe calidad sin servicio, ni servicio sin calidad, son dimensiones que siempre están presentes de manera articulada para el beneficio y satisfacción de las necesidades demandadas por el hombre.

Para abordar el tema central se debe tener claro que si no existe una retroalimentación de información constante y confiable del performance de los productos en el mercado, la empresa no podrá conocer las fallas de estos en el usuario final para luego poder resolverlos. Particularmente, para las empresas comprometidas con la satisfacción del cliente, esta información es fundamental para la toma de decisiones de la alta dirección ya sea sobre los procesos, los proveedores o diseño del producto. Esta información, además de la toma de acciones, también permitirá asegurar que los usuarios se sientan cada vez más satisfechos respecto a la calidad del producto y su fidelización sea más que un hecho. Justamente es aquí donde nace la propuesta que se explicará en el presente trabajo, debido a que existen diversas oportunidades de mejora en una línea de refrigeradoras de una empresa metalmecánica; se priorizará y se trabajará para una solución robusta ayudados en las herramientas de Calidad.

Buscar soluciones exige encontrar causas y para esto existen herramientas que nos pueden ayudar a encontrar dichas causas, probar la robustez de las soluciones propuestas y prevenir futuros problemas relacionados. Estas herramientas serán efectivas sí y solo sí se tienen el compromiso de las áreas técnicas al tratarse de una empresa de manufactura y ser el punto de estudio las fallas del producto.

La importancia de estas herramientas radica en la estructura que se sigue para la resolución de problemas en el caso del 8D, ya que al determinar la causa raíz se propondrán medidas correctivas con probada robustez. Esto denota esfuerzos de validar toda medida que se propone para una mejora permanente.

El carácter predictivo que ofrece la herramienta AMFE permite proyectar mejoras en los diseños con la seguridad de esperar mínimas fallas. Sin embargo, muchas veces este carácter predictivo de las herramientas se ve subestimado debido a los esfuerzos por replicar posibles fallas o probar la eficacia de ciertos cambios. Justamente este trabajo pretende demostrar la importancia de la implementación de estas herramientas al poner como ejemplo una empresa de manufactura reconocida.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Situación problemática

Actualmente el mercado de electrodomésticos ofrece una gran diversidad de precios y calidades; sin embargo el complemento a estas dos características principales viene a ser el servicio en la preventa, al presentar y vender el producto; y el servicio postventa, al contar con el auxilio de la empresa cuando se presente alguna dificultad con el producto adquirido. Si se cumplen estos dos servicios de manera exitosa, generarán confianza en los clientes y su satisfacción será transmitida a otros potenciales. Tal como lo sostiene Horovitz (2001), que centra la atención en cómo competir a través del servicio y cómo mejorar la satisfacción de los clientes, haciendo énfasis en el servicio como estrategia diferenciadora, desde los programas de fidelización al cliente hasta la creación de la cultura de servicio. La premisa de Horovitz es que la excelencia en el servicio lleva a alcanzar la satisfacción del cliente clave.

Entonces, el buen servicio y la relevancia de la retroalimentación de información por fallos en el producto en toda la cadena de atención al cliente en una empresa de manufactura deben estar bien definida para que se mejore la aceptación en mercado. Esto actualmente se refleja en indicadores al conocer la información de lo que el cliente prefiere al comprar; ya que según datos estadísticos de la empresa en estudio, la confianza de saber que se tendrá un buen servicio post venta es uno de los factores que las personas toman en cuenta al momento de elegir una marca. Es en este contexto que se presenta la situación problemática, ya que se cuenta con la información que reportan los servicios técnicos a la empresa en estudio y que están distribuidos en todo el Perú. Esta información está consolidada en una base de datos y se tiene identificado que un porcentaje relevante del total de problemas en mercado en una línea de refrigeradoras se debe al

fallo de componentes específicos. Por todo lo anterior es necesario el análisis para encontrar las causas de estos problemas principales y planteamiento de acciones para mejorar el producto final.

1.2 Formulación del problema

¿Se podrá reducir los fallos recurrentes en período de garantía del producto de una línea de refrigeradoras en usuarios finales con el uso de herramientas de calidad?

1.3 Limitaciones

Actualmente la información que se considera para el análisis corresponde solo a los productos que se encuentran en período de garantía determinado por la empresa que son doce meses; es decir, no entra en el análisis la información de las atenciones que se dan luego del año de comprada la refrigeradora.

Solo los principales fallos serán abordados en el presente trabajo debido a la diversidad de fallos encontrados en campo. Se tocan los puntos más importantes por cantidad; que además de impactar negativamente sobre la imagen de la marca por ser fallas funcionales, también son los costos más altos de reparación o cambio del aparato.

1.4 Justificación

Según Peters y Waterman (1985), del segundo de sus ocho atributos como una teoría de la excelencia: las organizaciones sobresalientes tienen una conciencia clara de por quién existen y entonces operan en función al cliente. A esto ellos lo denominan la orientación hacia la resolución de problemas.

La empresa en estudio tiene dos maneras de saber el nivel de aceptación o rechazo de los productos en el mercado: Las encuestas anuales de satisfacción realizadas por el área de Marketing y el nivel de atenciones a usuarios finales por reclamos en período de garantía, los cuales son atendidos por los servicios técnicos para solucionar los problemas del artefacto o brindar orientación al cliente en el modo de uso. Justamente este nivel de atenciones genera costos (de garantía) los cuales serán reducidos si existen soluciones confiables a problemas constantes que no son detectados en fábrica. También se debe considerar el impacto que se tendrá sobre la satisfacción del cliente al presentarse menos casos de fallas por funcionamiento, ya que a pesar de recibir una atención por su reclamo, el cliente sentirá el descontento con el funcionamiento del producto. Predecir las fallas ayudará a tener menos casos de reclamos; menos casos de clientes que captan alguna falla en su producto. Además, al describir la aplicación de las herramientas 8D (8 Disciplinas para resolver problemas) y AMFE (Análisis Modal de Fallas y Efectos) o FMEA en sus siglas en inglés, se pretende contribuir con una mejor práctica al afrontar problemas en una empresa manufacturera, ya que dependerá mucho del buen manejo de la información técnica para llegar a resultados esperados.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Identificar y proponer soluciones para reducir los fallos recurrentes en el período de garantía del producto de una línea de refrigeradoras en usuarios finales utilizando las herramientas básicas de calidad y las metodologías 8D y AMFE.

1.5.2 Objetivos específicos

- Identificar los problemas críticos que se presentan cuando los clientes usan las refrigeradoras aplicando las herramientas básicas de calidad.
- Desarrollar las posibles soluciones a los problemas recurrentes encontrados en mercado con evidencias de robustez y que apoyen a la reducción de costos de garantía del producto.
- Identificar el beneficio que nos proporciona la utilización de las metodologías en los 8D y AMFE en la fábrica.

CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

2.1 Descripción general de la empresa

La empresa pertenece a una corporación que es la mayor fabricante de electrodomésticos de Europa y una de las compañías líderes en el sector a nivel mundial cuyo nombre se mantendrá en reserva por no contar con el permiso para ello.

El desarrollo y las acciones de la compañía están determinados por una estrategia claramente orientada a la calidad y la innovación. Confía en sus excepcionales productos y en el valor añadido que éstos otorgan a los clientes en términos de rendimiento, comodidad y facilidad de uso.

La empresa tiene una fábrica en el Callao, la cual produce, distribuye y comercializa artículos electrodomésticos de alta calidad para el mercado peruano y al exterior. La empresa produce refrigeradoras, congeladoras y cocinas, siendo la fábrica de refrigeradoras la escogida para el desarrollo del presente trabajo por las características de sus problemas y la facilidad en la obtención de datos.

Las entidades que participan en el modelo del negocio – *stakeholders* son los siguientes:

Clientes: Son los usuarios finales de nuestro producto, a quienes ofrecemos “todo” lo que ellos esperan.

Distribuidoras: Empresas que distribuyen los electrodomésticos de calidad, por lo que deciden trabajar con nosotros.

Proveedores: Empresas que nos abastecen de materia prima para el buen desempeño del negocio.

KD Servicio Post-Venta: Existe una red de servicios autorizados de fábrica, dos en Lima y 35 distribuidos estratégicamente en provincias. Tienen como

misión satisfacer a nuestros clientes y consumidores, a través de la mejora continua de la calidad de los servicios.

Comité de Línea Blanca - Sociedad Nacional de Industrias: Este comité tiene como misión promover el desarrollo, crecimiento de la industria en beneficio del consumidor.

2.2 Las operaciones en la empresa

Como empresa de fabricación de bienes, transforma materiales directos tales como planchas metálicas, componentes eléctricos, componentes mecánicos, entre otros, en productos de línea blanca. Soportado por el área de marketing quienes se encargan de investigar el mercado con la finalidad de brindar a los clientes productos de calidad y que satisfagan sus expectativas. En la figura 1 se muestra de modo general el área de operaciones y las líneas de ensamble de la fábrica de refrigeración y de cocinas. Para el presente estudio la utilización de las herramientas de Calidad se dará sobre una línea de ensamble de la fábrica de refrigeración, específicamente sobre la línea No Frost.

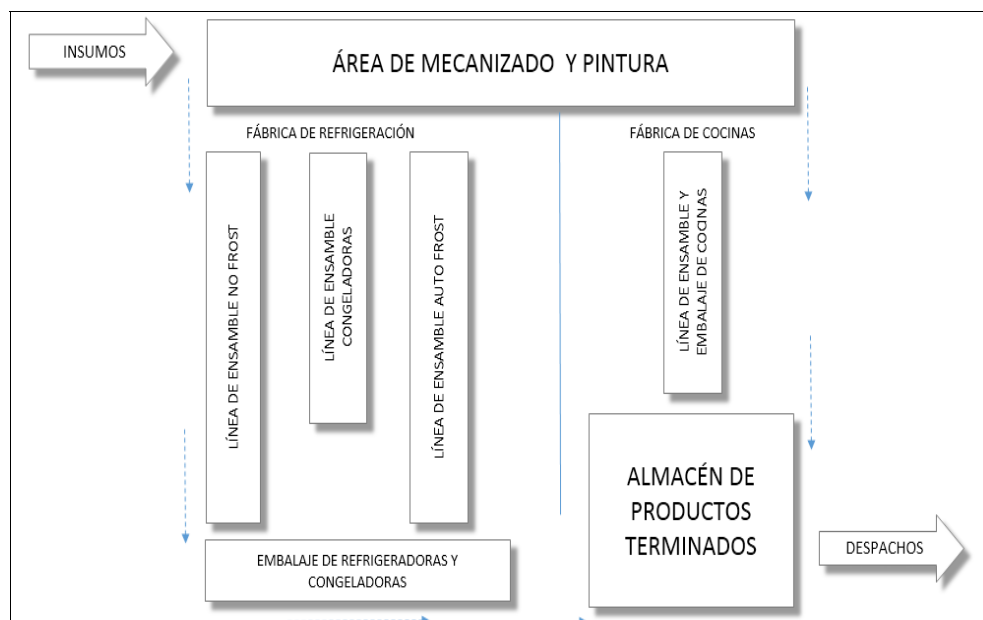


Figura 1. Disposición de las líneas de ensamble de la empresa
Fuente. Elaboración propia

2.3 Mapeo de procesos

La empresa tiene una estructura orientado a procesos. El proceso se inicia con la necesidad que recoge el área de Marketing y Ventas de los clientes y traslada a Logística Comercial el volumen y modelos a producir o a Desarrollo los modelos nuevos. Logística Comercial traslada la necesidad de producción a planificación de la producción luego de verificar existencia de productos finales en Almacén.

Planificación de la producción, con el soporte de Desarrollo y Planificación del proceso productivo, determina el plan de producción y solicita a Logística el abastecimiento de materiales. Producción fabrica y ensambla el producto para luego enviarlo al Almacén, además provee componentes intermedios (repuestos, accesorios) al área de Servicio post-venta para reparaciones en garantía. Almacén de Producto Terminado recibe el producto final y según plan de ventas mantiene un stock de seguridad, Logística Comercial, de acuerdo a los pedidos del área de Ventas, coordina con Almacén de Producto Terminado las entregas.

Las áreas de apoyo soportan administrativamente a las áreas de producción. La Dirección se encarga de la Planificación estratégica de la Empresa y del Sistema de Gestión de la Calidad.

En la figura 2 se muestra la interacción que hay entre las diferentes áreas productivas con el cliente de la empresa para la realización del producto, el soporte de la dirección y de las áreas de apoyo o administrativas.

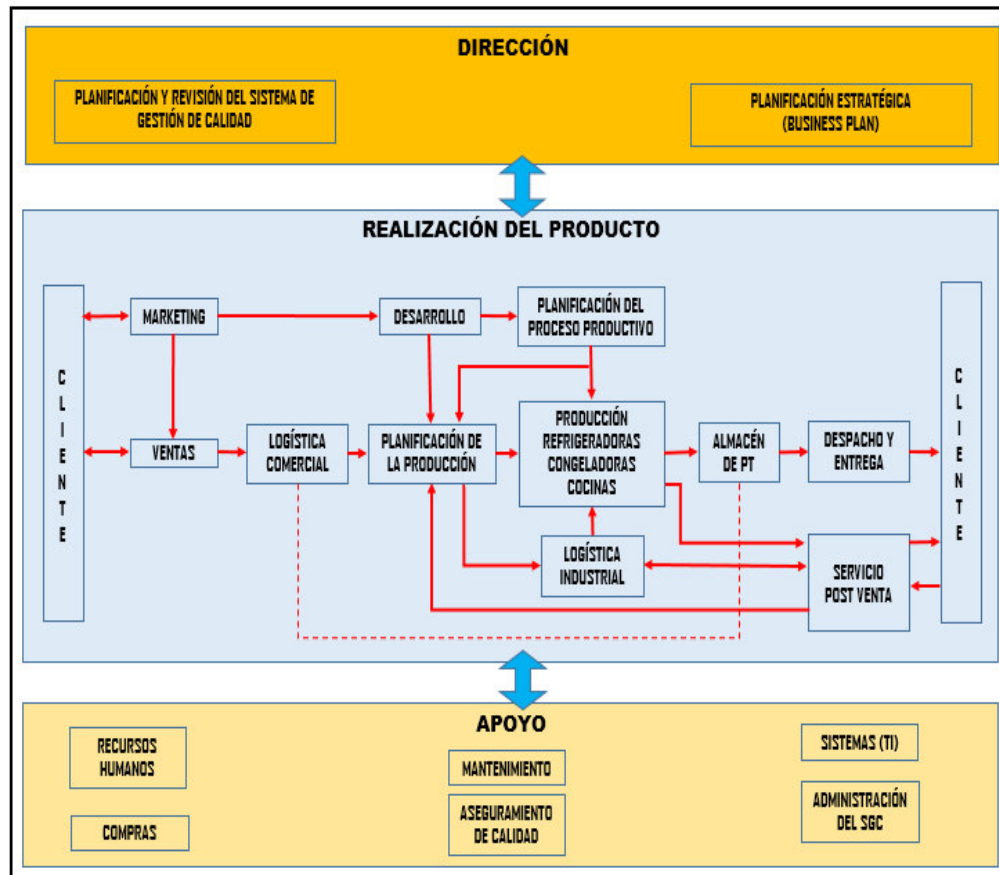


Figura 2. Los macroprocesos de la empresa
Fuente. La Empresa

2.4 Productos y Clientes

Los productos que ofrece la empresa son los electrodomésticos de línea blanca: Cocinas, congeladoras y refrigeradoras. En la figura 3 podemos ver un modelo de refrigeradora de la línea en estudio.

Los clientes de la empresa son principalmente las tiendas por supermercado. La empresa también vende directamente a usuarios finales por medio de las tiendas de la marca, sin embargo estas cantidades son minoría en comparación a las ventas a supermercados.



Figura 3. Refrigeradora - Línea No Frost
Fuente. La Empresa

2.5 Indicadores de calidad en la empresa

La ideología que transmite la corporación a cada una de sus fábricas en el mundo se basa en un sistema de producción que introduce el modelo de gestión Lean Manufacturing entre sus pilares; además de sostener sus procesos con metodologías correspondientes al modelo Toyota. Es así que se cuenta con un seguimiento de los procesos críticos por indicadores que hacen confiable el producto terminado en términos de Calidad. Actualmente la empresa cuenta con indicadores de Calidad que exigen tener un nivel de confianza elevado en los procesos y el producto terminado para que puedan ser enviados a los clientes. Además, se tiene un nivel de atenciones que reflejan las fallas de los productos en mercado; ya sea por problemas funcionales o de apariencia. Teniendo como base la información de la empresa, a continuación se detalla estos tres indicadores de Calidad con el objetivo de analizar más adelante el impacto de la mejora descrita en el presente estudio.

2.5.1 Rendimiento de primera pasada (FPY)

El indicador FPY trata de reflejar con un valor numérico, la eficacia promedio de toda la línea de ensamble para poder generar productos considerados terminados OK y por consiguiente listos para ser embalados, sin la necesidad de haberle dado con anterioridad alguna operación adicional o especial (retoque o recuperación) que las ya programadas en cada puesto de ensamble e inspección. Este indicador adopta un sistema de registro de fallas. Definiéndose como fallas aquellas situaciones donde el retocador o recuperador de línea, ha participado con la necesidad de retirar de la misma, momentáneamente el producto en proceso, para efectuar su labor en la zona destinada para ese fin. “A mayor cantidad de fallas registradas, el indicador es menor”.

Para el cálculo del FPY, el sistema utiliza la siguiente fórmula:

$$FPY = [100 - (Cantidad\ de\ productos\ defectuosos / Cantidad\ productos\ fabricados) * 100]$$

2.5.2 Tasa de fallo ponderada (QKZ)

El indicador QKZ trata de reflejar con un valor numérico, la calidad que perciben nuestros clientes, en nuestros productos. Este indicador adopta un sistema de deméritos para medir dicha calidad. “A mayor cantidad de deméritos, el indicador es menor”. Definiéndose como demérito toda condición del producto que ocasione insatisfacción en el cliente. Todos los posibles deméritos que se detecten en un producto, son considerados dentro de alguno de los siguientes tipos:

Defecto Tipo A (Peligroso/Crítico): Tiene un peso de 1. Aquel que ocasiona un:

a.- Peligroso.- Deterioro en la seguridad, la integridad física del usuario, pudiendo ser el defecto detectado o no por el usuario. Ejemplo: Filos cortantes.

b.- Crítico.- Deterioro de la función y/o que posee defectos que inutilicen las otras partes (características interrelacionadas). Ejemplo: Fallas en sistema de refrigeración.

Defecto Tipo B (Mayor): Tiene un peso de 0.5. Es aquella condición que puede no importar mucho durante su uso inicial pero que puede resultar en una reducción de vida del producto y/o provocar reclamos del consumidor, afectando la imagen de la empresa implicando bajos costos. Ejemplo: Mala fijación de componentes eléctricos. Fallos estéticos graves.

Defecto Tipo C (menor): Tiene un peso de 0.1. Es aquella condición que difícilmente causará reclamos del consumidor y que no representa ningún riesgo a la salud o seguridad del usuario, pero que su constatación originará la insatisfacción del cliente y en consecuencia afectará la imagen de la empresa por una mala calidad. Ejemplo: Fallos estéticos leves.

Para el cálculo del QKZ, el sistema utiliza la siguiente fórmula:

$$QKZ = 100 - [(1 \times A \text{ fallas} + 0.5 \times B \text{ fallas} + 0.1 \times C \text{ fallas}) / \text{Cantidad productos auditados} \times 100]$$

2.5.3 Ratio de llamadas técnicas (TCR)

El TCR es el indicador que nos muestra cuál es el comportamiento de nuestros productos en el mercado a través del porcentaje de fallas atendidos por los servicios técnicos en período de garantía.

Este indicador nos permite desagregar los ratios de fallo desde el nivel más alto como fábrica hasta un nivel de fallo por componentes; es decir, se

puede tener un porcentaje de fallos de la fábrica en un período específico de producción hasta saber cuál fue el ratio de fallo de un componente de una línea y un producto específico. Su flexibilidad permite analizar al detalle las fallas en mercado. Sin embargo, al tratarse de un indicador que acumula las fallas que se van presentando en los clientes, se tendrá que esperar un tiempo determinado (rotación de los electrodomésticos en mercado) para tener cierta confianza del nivel real de fallos que alcanzará determinado período de producción.

En la empresa, el TCR se calcula cada mes, teniendo en cuenta la cantidad de defectos y la producción a través de la siguiente ecuación:

$$TCR = \# \text{ Defectos } Q(x) / \text{ Producción } Q(x) \times 1'000,000$$

Q(x): Periodo en análisis

CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO

3.1 Las siete herramientas básicas de la calidad

Existen siete herramientas básicas adoptadas en las actividades de mejora continua para soporte de análisis y solución de problemas operativos en una organización.

- Hoja de Control
- Histograma
- Diagrama de Pareto
- Diagrama Causa – Efecto
- Diagrama de Dispersión
- Diagrama de Flujo
- Gráfica de Control

El uso de estas herramientas tiene como finalidad:

- Detección de problemas
- Delimitar el área problemática
- Estimación de factores que probablemente provoquen el problema
- Determinar si el efecto tomado como problema es verdadero o no
- Prevención de errores debido a omisión, rapidez o descuido
- Detección de desfases

En la práctica estas herramientas requieren ser complementadas con otras técnicas cualitativas y no cuantitativas como la lluvia de ideas, la encuesta, la entrevista, diagrama de flujo, entre otros.

En el presente estudio se detallará el uso del Diagrama de Pareto y Diagrama Causa – Efecto para la identificación de los problemas y generación de ideas para posibles causas raíces de dichos problemas.

DIAGRAMA DE PARETO

Según Kazuo y Tetsuichi (1988), los diagramas de Pareto son gráficos de barra especializados que pueden emplearse para mostrar la frecuencia relativa de los hechos tales como los productos defectuosos, las reparaciones, los defectos, las reclamaciones, los fallos o accidentes. Un diagrama de Pareto presenta mayor información en orden descendente, desde la categoría mayor a la más pequeña. Los puntos se dibujan para el total agregado en cada barra y se conectan con una línea para crear un gráfico que muestra la adición incremental relativa de cada categoría respecto al total.

El diagrama permite mostrar gráficamente el principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales), es decir, que hay muchos problemas sin importancia frente a unos pocos muy importantes. Mediante la gráfica colocamos los "pocos que son vitales" a la izquierda y los "muchos triviales" a la derecha.

En la figura 4 se presenta un ejemplo sencillo de la elaboración de un diagrama de Pareto:

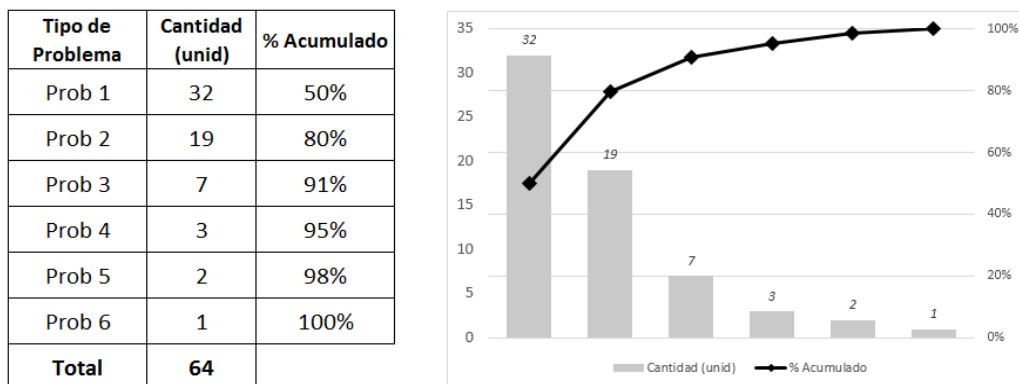


Figura 4. Ejemplo de elaboración de diagrama de Pareto
Fuente. Elaboración propia

El principal uso que tiene el elaborar este tipo de diagrama es poder establecer un orden de prioridades en la toma de decisiones dentro de una organización.

DIAGRAMA CAUSA – EFECTO

Mundialmente conocido como Diagrama de Ishikawa por Kaoru Ishikawa quien introdujo esta herramienta para la búsqueda de la Calidad. Según Kazuo y Tetsuichi (1988), un diagrama de causas-efecto es un método útil para clasificar las causas de un problema. Clasifica las diversas causas que se piensa afectan al resultado del trabajo, señalando con flechas la relación causa-efecto entre ellas (Figura 5). Los diagramas de causas-efecto son valiosos para cualquier proceso en que puedan aplicarse. Todos los implicados en un problema deben participar, ofreciendo sus opiniones para descubrir los factores asociados con un problema.

Al elaborar el diagrama de Ishikawa se logra conocer más el proceso o la situación, ya que debe ser elaborada desde diferentes puntos de vista de partes que entienden el problema. En este estudio se usará el tipo de diagrama que considera los factores:

- Materiales
- Método
- Medio
- Máquina
- Mano de obra

La relación de estos factores nos llevará a identificar las causas y desde ahí, comenzar a proponer acciones de mejora a los problemas presentados en mercado.

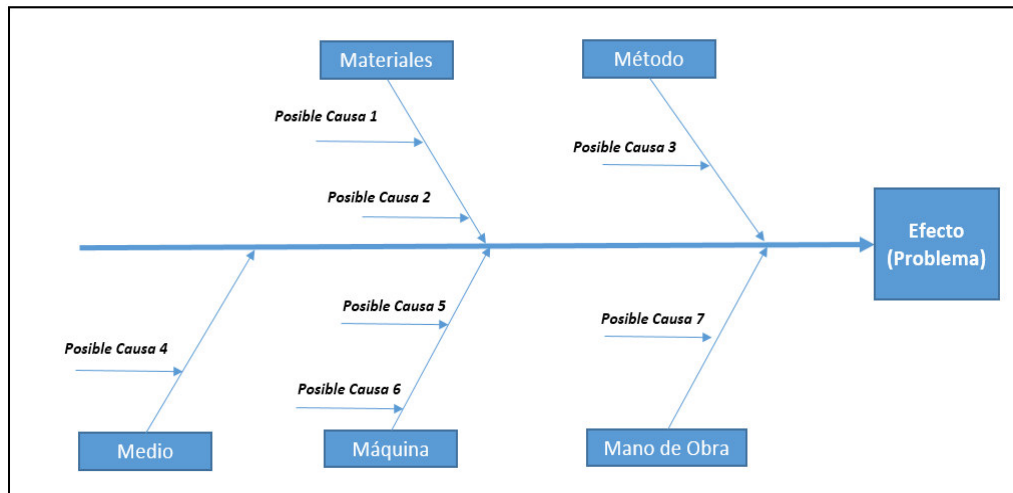


Figura 5. Diagrama Causa - Efecto
Fuente. Elaboración propia

3.2 Metodología 8D

En el contexto de la Segunda Guerra Mundial en los Estados Unidos se estandarizó el 8D llamado en ese entonces “Estándar Militar 1520: Acción correctiva y sistema de disposición para material no conforme”. Pocas décadas más tarde, la empresa automovilística Ford implementó esta herramienta y logró desarrollarla hasta estandarizarla en la industria automotriz. Ford comenzó a implementar esta herramienta desde los 60’s hasta incluir nuevas etapas en la metodología y denominarla oficialmente como “Global 8D” a finales de los 90’s.

3.2.1 Descripción de la metodología 8D

Según Bosch Group (2013), esta metodología es usada para identificar y corregir problemas que se dan con más asiduidad en las empresas; siendo de gran utilidad en la mejora de productos y procesos. Establece una práctica estándar basada en hechos y se concentra en el origen del problema mediante la determinación de la causa raíz. La metodología permite a equipos de personas trabajar juntos en la resolución de problemas,

usando un proceso estructurado de ocho pasos que ayuda a enfocarse en hechos y no en opiniones. García (2013), expone algunas situaciones en las que se requiere el uso de la metodología 8D:

- En el caso de empresas manufactureras, varios problemas suelen presentar síntomas luego de un tiempo de haber pasado por la línea de producción; justamente el 8D recupera la información y establece medidas a corto plazo (no permanentes) para que se permita la producción sin embargo se exige medidas más sólidas para su implementación permanente en línea.
- Algunas empresas solicitan un 8D a sus proveedores por problemas con los insumos, esto llega a ser un documento que valida el análisis y la acción sobre las fallas.
- Es ampliamente aceptada cuando se requiere identificar eficientemente la falla y atacar el problema, no uno o algún síntoma.

3.2.2 Pasos para la implementación de 8D

D1: Formar un equipo

Una vez identificado el potencial de mejora, se debe definir la conformación del equipo 8D. El líder del equipo invitará a los dueños de los procesos involucrados y de preferencia a expertos en los temas a desarrollar. También se presentará al Auspiciador, quien generalmente es una persona de cargo mayor y que pedirá cuentas al líder del equipo respecto al avance de la solución. Se puede contar con un equipo extendido los cuales serán llamados a las reuniones para consultas específicas. Todo el equipo debe saber quiénes son las personas involucradas en el 8D.

D2: Definir el problema

Se debe presentar el motivo de la conformación del equipo. Explicar y detallar el problema de forma clara, dejando de lado hipótesis de posibles causas. La definición del problema abarca la recolección de hechos, estructura y análisis del problema. Esto limita el problema y lo separa de las áreas no afectadas. La evidencia documentada (diagramas de flujo, estadísticas, gráficos) tienen que ser proveídas si es necesario para la simplificación y completo entendimiento el equipo. Hasta aquí un informe 8D proporciona información básica e imagen clara del problema.

D3: Implementar acciones de contención

Conformado el equipo y enterados del problema, se debe sugerir acciones rápidas que permitan una solución inmediata al problema presentado; su efectividad debe ser validada en poco tiempo y luego ser implementadas. Si no es posible la implementación de acciones de contención, estas se deben justificar y documentar. Se debe tener presente que las acciones de contención representan costos adicionales para el producto; sin embargo es necesario proteger al cliente interno o externo hasta que se verifiquen las acciones correctivas permanentes.

D4: Identificar y verificar la causa raíz

Luego de implementar una acción de contención, el equipo dedicará esfuerzos al análisis de fallas que llevará a encontrar la causa raíz. Esto apoyados en herramientas que ayuden a encontrar las potenciales causas como la tormenta de ideas, 5W's (Los 5 ¿Por qué?), Six sigma o Diagrama de Causa y Efecto. Sin embargo, se tiene que buscar replicar el fallo para asegurar que se ha encontrado y entendido completamente la causa raíz. Por lo mencionado antes, este punto es la parte esencial de la metodología

8D y que generalmente consume mayores recursos. Una vez encontrada la causa raíz, esta derivará a proponer soluciones.

D5: Determinar acciones correctivas permanentes

Luego de verificar la causa raíz, se propone una tormenta de ideas para establecer acciones correctivas definitivas y así eliminar la causa raíz. Se elige la mejor opción considerando los riesgos que esta involucra, ya que se podría caer en efectos secundarios aún más perjudiciales. Es así que para la identificación de la mejor acción correctiva se requiere de evaluaciones preliminares y estudios antes de que puedan ponerse en práctica, esta parte es llamada "verificación de las acciones correctivas".

D6: Implementar y verificar las acciones correctivas permanentes

Consiste en la aplicación efectiva de las acciones correctivas identificadas y validación de las no consecuencias negativas. En esta sección de la hoja informativa del 8D deben figurar las fechas de terminación y los responsables de las acciones correctivas, los datos que demuestren que las acciones correctivas son eficaces en la prevención de la causa raíz.

D7: Prevenir la re-ocurrencia del problema y/o su causa raíz

Se deberá verificar periódicamente que las acciones y controles han tenido un real impacto sobre el problema y su causa raíz. Como ejemplo se puede mencionar la revisión y actualización de la documentación (FMEA, planes de control y otros) Es muy importante tener un indicador que refleje la eficacia de las acciones. Además, las lecciones aprendidas deben ser difundidas a la organización.

D8: Reconocer los esfuerzos del equipo

La resolución del problema tiene que ser evaluada en una reunión con la participación de todas las personas implicadas. Requisito previo para la realización de la resolución de problemas es la realización de los pasos D1 a D7. Además, este último paso consiste en el reconocimiento del buen trabajo del equipo que ayudó a encontrar la causa raíz e implementar las acciones. Generalmente el auspiciador es el encargado de reconocer los esfuerzos del equipo 8D. Aquí cierra el 8D y queda plasmado en documento para posteriores revisiones.

Bosch Group (2013), para graficar los pasos de la metodología 8D y compararlo con otras metodologías, se muestra en la figura 6 la relación con los procedimientos de probada eficacia para la resolución de problemas como PDCA, Six Sigma y Toyota Business Practices (TBP); aquí se observa que todas estas metodologías se pueden presentar en forma de una estructura común. Se muestra que las secuencias de tareas básicas son las mismas, independientemente del procedimiento o metodología.



Figura 6. Comparación de las diferentes metodologías para la solución de problema
Fuente. Bosch Group. Problem solving

También, las metodologías mostradas en la figura 6 se diferencian en el énfasis que se les presta por etapas. TBP describe un estrés particular en la aclaración de la situación objetivo, la descripción de la localización del problema (“localizar el punto de causa”, “descomponer el problema”,

“comprender la situación”), un análisis de la causa por niveles y la transferencia de la solución a los estándares. Six Sigma tiene como objetivo, además de la clarificación de la situación objetivo y una descripción del problema (definir), principalmente en la mejora de la capacidad de medición (medir) desde el punto de vista estadístico de cambiar capacidades.

El método 8D es el procedimiento de resolución de problemas más establecido en el sector de la industria automotriz. Los 8 pasos ('8 disciplinas') D1 a D8 están dirigidas a la resolución de problemas, la prevención de recurrencias y la transferencia de los resultados a los procesos o productos comparables. El núcleo del método 8D es una explicación comprensible de la identificación, la comprensión y la reparación de la causa raíz.

3.3 Metodología AMFE

Se puede decir que históricamente en ingeniería se ha hecho un buen trabajo en las evaluaciones de las funciones y formas de los productos - procesos en la fase de diseño. Sin embargo no se ha hecho siempre bien en diseñar Confiabilidad y Calidad. En ingeniería se utilizan factores de seguridad para cerciorar que el diseño trabajará para proteger al usuario contra cualquier falla del producto o proceso. Es por esto que la herramienta AMFE, Análisis Modal de Fallas y Efectos, provee a la ingeniería la identificación de potenciales fallas en la etapa de desarrollo; tan esencial para el ahorro de costos por factores de seguridad.

Un paso crucial para que el producto sea confiable sería hacer preguntas en la fase de desarrollo como: ¿Qué podría fallar con esta pieza? ¿Qué tan probable es que falle este componente? ¿Qué tan severo sería el fallo de esta pieza para el cliente? El análisis de efectos y modos de falla es una de las técnicas más ampliamente utilizadas para enumerar los posibles modos mediante los cuales los componentes puedan fallar.

3.3.1 Descripción de la metodología AMFE

Según Méndez (2008), AMFE o FMEA puede ser descrito como un procedimiento sistemático en la administración de desarrollo del producto y operaciones para el análisis del modo de fallas potenciales dentro un sistema de clasificación por la severidad y probabilidad de la falla. El ciclo de vida de un AMFE incluye la identificación del tema o caso de estudio, la planeación del AMFE, la realización, el seguimiento a las acciones hasta el archivo y control del mismo.

Beneficios:

- Minimiza el costo de desarrollo y producción.
- Reduce el consumo de tiempo para corregir fallas.
- Captura el conocimiento de la organización.
- Acentúa la prevención del problema.
- Mejora la calidad y confiabilidad del producto y/o proceso.

El AMFE debe hacerse siempre que las fallas signifiquen riesgos potenciales o daños al equipo, usuario o medio ambiente; para esto los tipos de AMFE son:

- Del Sistema: Se enfoca sobre las funciones globales del sistema.
- Del Diseño: Se enfoca sobre componentes y subsistemas y es junto con el AMFE de proceso de los más utilizados en empresas de manufactura. El AMFE de diseño también es conocido como AMFE de producto.
- Del Proceso: Se enfoca sobre los procesos de fabricación y ensamblado.
- Del Servicio: Se enfoca sobre las funciones del servicio.
- Del Software: Se enfoca sobre las funciones del software.

En el presente trabajo se utiliza esta técnica (AMFE de Diseño), buscando que con su aplicación se pueda llevar fácilmente a otros sistemas complejos.

Se presenta a continuación el formato AMFE con el que se trabajará (Figura 7).

No.	Interface / Parte / Proceso	Función	Potencial Efecto de Falla	Severidad	Potencial Modo de Falla	Potencial Causa de Falla	Acciones preventivas ya realizadas	Ocurrencia	Criticidad	Modo de Detección	Detección	RPN *	Acciones sugeridas	Responsable	Fecha límite	Decisión de Equipo
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																

Figura 7. Formato de AMFE
Fuente. La Empresa

* RPN: Risk Priority Number

3.3.2 Pasos para la implementación AMFE

EQUIPO Y ALCANCE: El líder del equipo, reúne a un grupo multidisciplinario de personas con diversos conocimientos acerca del proceso, producto o servicio y necesidades del cliente. El alcance del AMFE responde preguntas como ¿cuáles son las bondades? y ¿qué tan detallado debería de ser? Para procesos complejos es recomendado usar diagramas de flujo para identificar el alcance y estar seguros que todo el equipo entiende la metodología.

IMPLEMENTACIÓN: Se recomienda iniciar el AMFE en etapas muy tempranas del desarrollo del producto como la conceptualización del diseño; esta continuará a través de la vida del producto o servicio. En el procedimiento AMFE, las fallas son priorizadas de acuerdo a que tan serias son sus consecuencias, que tan frecuentes ocurren y que tan fácilmente pueden ser detectadas. Se debe tener en cuenta que el AMFE es un documento vivo que requerirá de su revisión al menos una vez cada año.

ANÁLISIS DE ACTIVIDADES A MEJORAR: Después haber descrito el proceso por etapas, las fallas potenciales y sus consecuencias tienen que ser evaluadas. Por cada modo de falla el AMFE usa:

- La severidad de la falla si esta ocurriera, ejemplo: impacto en el siguiente proceso, cliente (externo o interno).
- La probabilidad de que este modo de falla ocurra.
- La medición en sitio para detectar cualquier falla antes que hubiera un impacto, ejemplo: impactó en el siguiente proceso, cliente (externo o interno).

En el anexo 1 se muestra un cuadro de valoraciones AMFE para tener una referencia clara de la puntuación necesaria en los campos de severidad, ocurrencia y detección. Para cada modo de falla significativo una “actividad para reducir riesgo” debe ser definida, ejemplo:

- Actividades en el proceso de planeación
- Actividades de prevención, (para reducir la probabilidad de ocurrencia de un error) ejemplo: procedimientos y capacitación a trabajadores.
- Actividades de detección, ejemplo: inspección visual, verificaciones dimensionales y funcionales.

EVALUACIÓN DEL RIESGO RPN (RISK PRIORITY NUMBER): El RPN es calculado como el resultado de multiplicar los niveles de riesgo de cada clase “S” (severidad); “O” (ocurrencia) y “D” (detección). La máxima prioridad debe ser apagada en el más alto RPN.

EL CIERRE DE UN AMFE: Un AMFE es un sistema vivo, por lo que nunca se convertirá en estático. Sin embargo, si los hechos siguientes aplican, se puede considerar que ha alcanzado un buen nivel de calidad si todas las actividades están cerradas y el AMFE ha sido aprobada por los roles designados.

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA

1.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación del presente estudio es Descriptiva y Aplicada. Descriptiva ya que se trabaja sobre realidades de hecho y su característica fundamental es la de presentar una interpretación correcta. Es Aplicada porque se caracteriza por su interés en la aplicación, utilización y consecuencias prácticas de los conocimientos.

1.2 Diseño de la investigación

Debido a que se pretende abarcar los problemas de mercado en período de garantía, se tiene que hacer un análisis estructurado para asegurar que la información es confiable. Se detallará el flujo que siguen nuestros productos terminados desde la venta de estos hasta el reporte del técnico que informa los tipos de falla presentados en usuarios finales. Esto ayudará a reconocer puntos a mejorar al sistema de calidad de la empresa.

La metodología a seguir para el uso de herramientas de calidad que nos ayuden a mejorar el producto final se detalla en el siguiente diagrama de flujo. (Figura 8)

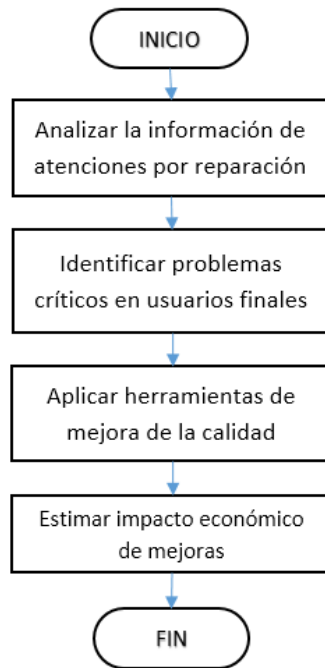


Figura 8. Diagrama de Flujo de Metodología
Fuente. Elaboración propia

1.3 Selección de muestra

La muestra que se selecciona para el análisis son todas las atenciones en período de garantía de la línea de productos No Frost de la empresa en estudio. Se delimita también que la fecha de producción de estos artefactos debe ser desde el año 2014 debido a la compatibilidad con la que se trabajará para establecer mejoras en el producto actual.

Flujo de información del mercado

Las atenciones por desperfectos en campo inician con las llamadas de los clientes a los servicios técnicos, los cuales se presentan a la dirección brindada por el cliente y se procede a solucionar el problema, ya sea in situ o en un taller, previa autorización del cliente. Al solucionar el desperfecto, los técnicos llenan una ficha que describe el trabajo realizado y el cliente procede a validar dicha información con su firma (Figura 9).

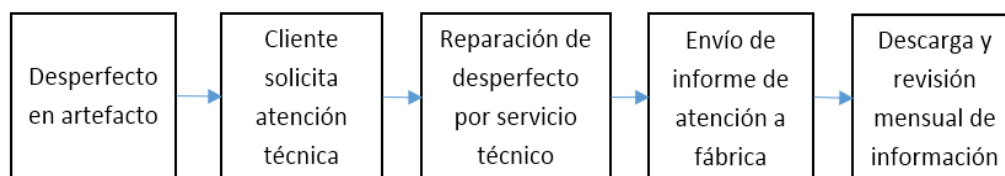


Figura 9. Flujo de la información del mercado
Fuente. Elaboración propia

En el cuadro 1 se presenta un resumen a manera de ejemplo de la información enviada por los servicios técnicos:

Cuadro 1. Información del mercado

Orden de Servicio	Departamento	Síntoma de Fallo	Fecha de atención	Fecha de compra	Código de Producto	Serie del Producto	Mes de Fabricación	Pieza Defectuosa	Código de Falla	Código de Reparación
0A00002395	Lima	No Congela	02/10/2015	13/02/2015	NFCRET	200239544	jun-14	Timer	Trabado	Cambio de Pieza
0A00002396	Lima	No Conserva	07/10/2015	01/01/2015	NFCREU	200236022	ago-14	Ventilador	Trabado	Cambio de Pieza
0A00002422	Cusco	No Conserva	07/10/2015	15/03/2015	NFCRET	200245567	ene-15	Motocompresor	Círculo Abierto	Cambio de Pieza
0A00002588	Arequipa	Congela Demasiado	09/12/2015	16/04/2015	NFCRES	200236027	feb-15	Timer	Trabado	Cambio de Pieza

Fuente. La Empresa

Se debe tener en cuenta que la cantidad de reclamos de los clientes respecto a productos con una misma fecha de fabricación serán progresivos; es decir, se irán acumulando al pasar el tiempo y dependerán del nivel de rotación de los artefactos para luego de un cierto tiempo (aproximadamente 24 meses) tener un porcentaje real de falla de determinado período de producción. Sin embargo, luego de 5 meses que el producto se encuentre en mercado, se puede tener una estimación del nivel de falla. Esto se capta mediante el indicador TCR que permite hacer proyecciones.

CAPÍTULO V: ANÁLISIS Y APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE CALIDAD

5.1 Análisis de la información de atenciones por reparación

Análisis de atenciones por Departamento

Las ventas se realizan en todo el Perú, por ello el análisis de la cantidad de atenciones se hará por departamento, siendo Lima quien representa poco más del 50% de las ventas totales (Figura 10). En este punto se trata de identificar si existe alguna desviación en las cantidades de atenciones por departamento, ya que se tiene presente que los servicios técnicos son terceros y estos obtendrán un beneficio al existir mayores fallas en mercado. Por esto, si se encuentra alguna falla en el producto, esta debe reflejarse en todos los departamentos del Perú en la misma proporción del volumen de ventas por departamento.

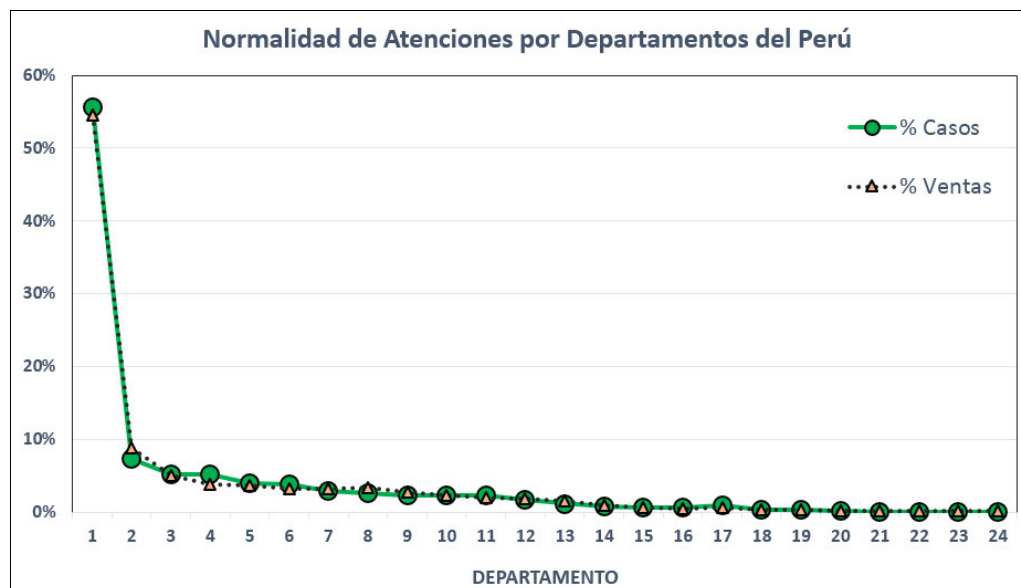


Figura 10. Nivel de atenciones Vs. Nivel de ventas por departamento
Fuente. Elaboración propia

Análisis de atenciones por Modelo de Producto

Los modelos de la línea en estudio se diferencian en volumen. Por esto es necesario un análisis general del comportamiento de cada modelo del periodo de fabricación en estudio. Del mismo modo que el análisis anterior se hace un comparativo entre las ventas y el nivel de atenciones que se tiene por modelo de producto (Figura 11).

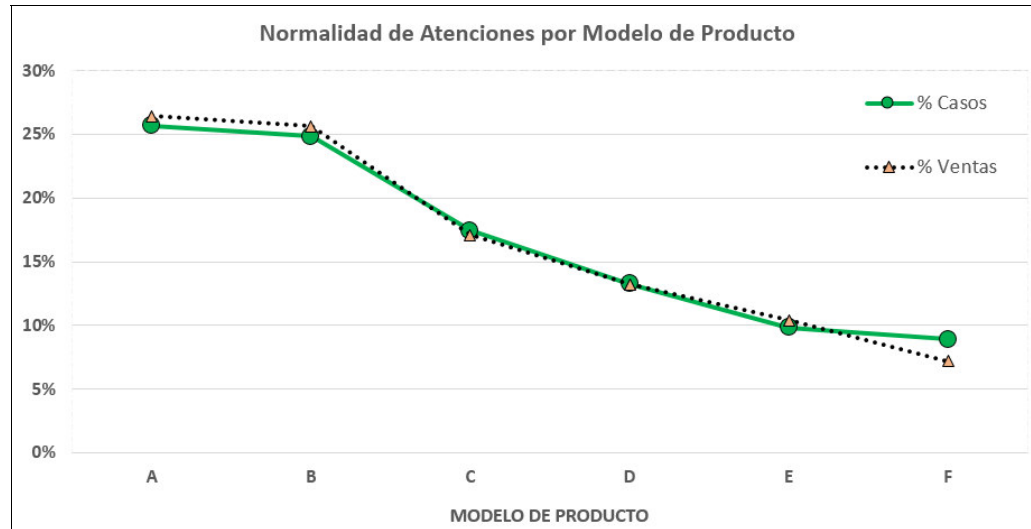


Figura 11. Nivel de atenciones Vs. Nivel de ventas por modelo
Fuente. Elaboración propia

A partir de los análisis anteriores, se puede concluir hasta el momento lo siguiente:

- No existen irregularidades en las atenciones de los servicios técnicos que sesguen el análisis de causas respecto al nivel de atenciones en los departamentos en que se venden los productos.
- En la figura 10 se puede apreciar también que el factor clima de cada departamento del Perú no está influyendo en el performance de los productos, ya que de lo contrario encontraríamos tasas de fallo elevadas o problemas específicos en ciertas localidades.
- Tampoco existe un modelo específico de producto de la línea en estudio con mayor nivel de atenciones en mercado. Las fallas se extienden de manera proporcional con su producción en todos los modelos.

Luego de este análisis previo para validar la información, se empezará a desagregar los tipos de fallo y cruzar la información disponible en mercado y fábrica para poder aplicar las herramientas de calidad de manera práctica.

5.2 Identificación de problemas críticos en usuarios finales

Ya validada la información que los servicios técnicos envían desde todo el Perú, el primer paso para analizar los problemas en las refrigeradoras que el usuario final percibe será identificar los principales síntomas de fallo de los productos de la línea en estudio. Para esto se presenta en la figura 12 un diagrama de Pareto de los principales síntomas en período de garantía.

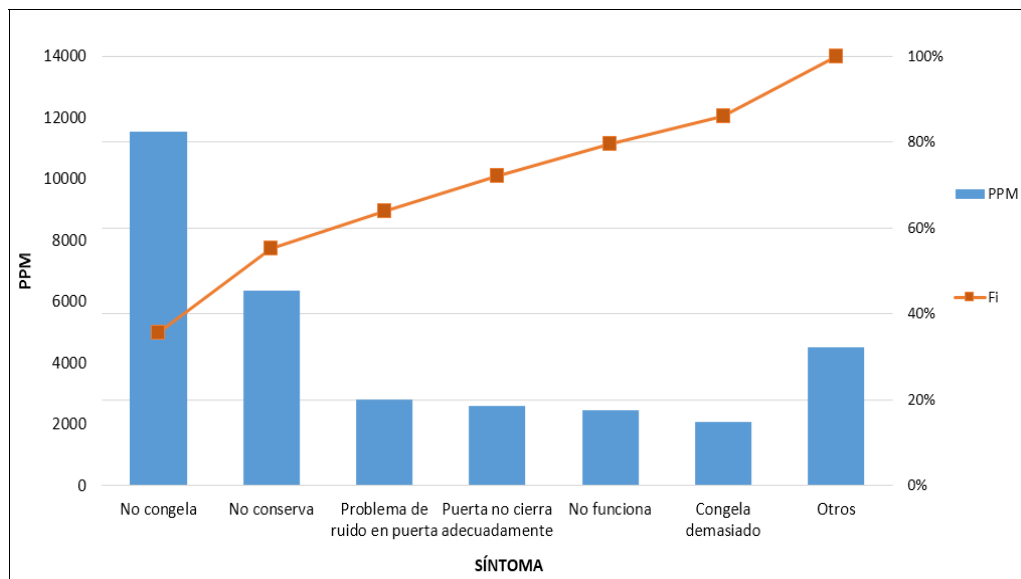


Figura 12. Pareto de síntomas de fallo en mercado - Línea No Frost
Fuente. Elaboración propia

Seis síntomas representan más del 80% de fallos, se pueden agrupar en:

- Fallos funcionales del sistema de refrigeración: No congela, No conserva, No funciona y Congela Demasiado. Por experiencia, este tipo de fallo está relacionado al funcionamiento de ciertos componentes que podrían ser el fusible térmico, timer, compresor, termostato, ventilador, evaporador o filtro entre los más probables. La combinación de fallos entre los componentes mencionados también pueden ser causas de este grupo sintomático.
- Fallos mecánicos: Problema de ruido en puerta y Puerta no cierra adecuadamente. Pueden deberse al funcionamiento de la bocina, bisagra, puerta o burlete. También la combinación de fallos entre estos componentes pueden ser las causas de este grupo sintomático.
- Fallos estéticos: Dentro del grupo Otros debido a sus diversos síntomas y generalmente asociados a problemas de abolladuras en la puerta.

A continuación, en la figura 13 se presenta un Pareto de los componentes asignados por los técnicos que han generado más atenciones desde el período de fabricación 2014 a 2015.

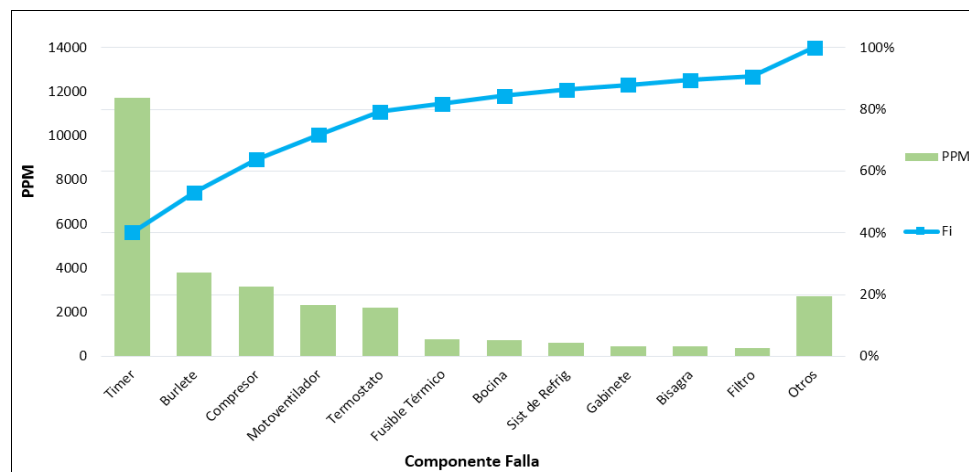


Figura 13. Pareto de las principales fallas en usuarios finales
Fuente. Elaboración propia

Como se puede apreciar, cinco componentes generan casi el 80% de fallas en los productos y por consiguiente atenciones en garantía. Sin embargo el análisis no se puede centrar solo en las cantidades de piezas cambiadas; ya que se debe considerar más factores al momento de presentar la información y buscar mejoras.

Las figuras 12 y 13 nos muestran los principales problemas en mercado, algunos de estos ya fueron abarcados en fábrica como los “problemas de ruido en puerta” que hasta el momento se nota la mejoría del problema. El síntoma de “puerta no cierra adecuadamente” se tiene identificado como un problema que deriva del mal funcionamiento del burlete, el cual es el segundo componente más cambiado por los técnicos y actualmente en proceso de mejora en fábrica.

Los fallos estéticos (abolladuras, rayones, mal acabado) tienen porcentajes de rechazo muy pequeño en mercado, por lo que se puede afirmar que los métodos usados en todo el proceso de fabricación son eficaces. Esto lo reflejan también los indicadores de calidad (FPY y QKZ) que nos muestran que los fallos estéticos son poco relevantes en fábrica (Figuras 14 y 15).

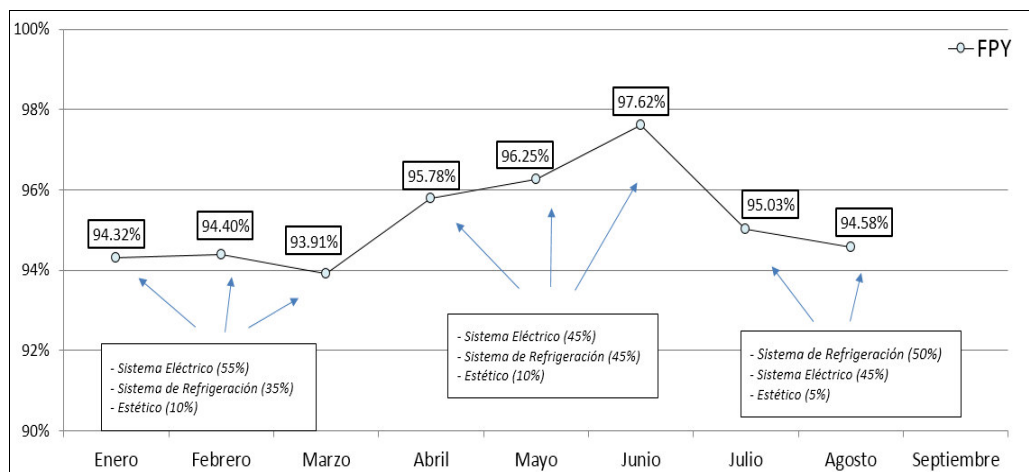


Figura 14. FPY Línea No Frost - Producción 2016
Fuente. La Empresa

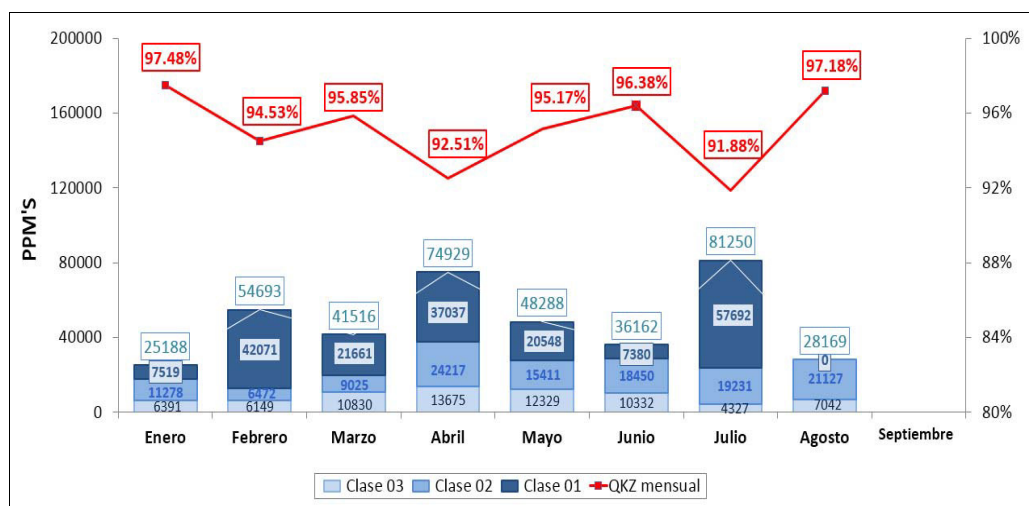


Figura 15. QKZ Línea No Frost - Producción 2016
Fuente. La Empresa

En conclusión, **se centra el estudio en proponer mejoras al grupo sintomático de fallos funcionales del sistema de refrigeración** debido a que ya se realizaron y se viene realizando mejoras respecto al grupo sintomático de fallos mecánicos y fallos estéticos.

A continuación una breve descripción de los componentes con más atenciones y que pertenecen al grupo sintomático de fallos funcionales del sistema de refrigeración:

Timer: Conocido también como Temporizador, el cual funciona eléctricamente y genera que el Refrigerador descongele 25 minutos cada 6 horas para provocar un deshielo del Congelador y evitar un bloqueo del sistema por formación de hielo. Solo se utiliza un código para todos los modelos de refrigeradoras de las 3 líneas.

Compresor: Componente encargado de hacer circular el gas refrigerante por todo el sistema de refrigeración. Actualmente se utilizan 5 códigos de compresores para diferentes modelos de refrigeradoras en la fábrica. Su asignación depende fundamentalmente del volumen de cada modelo de refrigeradora.

Motoventilador: Este componente actúa dentro del congelador distribuyendo el frío desde congelador al conservador. Solo se utiliza un código para todos los modelos de refrigeradoras de la fábrica.

Termostato: Mide y controla las temperaturas del conservador y congelador. Este puede ser regulado por el usuario; es decir, ofrece un rango de temperatura para la conservación o congelamiento de los alimentos almacenados. Se utilizan 3 modelos de termostatos en fábrica, una para cada línea de la fábrica de refrigeración.

5.3 Aplicación de herramientas de mejora de la calidad

Aquí se utilizará la metodología 8D para encontrar causas que ayuden a mejorar el performance de los productos en el mercado. Debido a que se tiene identificado que los fallos funcionales del sistema de refrigeración son los que más afectan a los productos terminados en usuarios finales, específicamente componentes eléctricos, se procede a la aplicación del 8D.

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA 8D

A continuación, de acuerdo a la necesidad descrita, se pasa a detallar la aplicación de la metodología según los pasos detallados previamente.

D1. FORMAR UN EQUIPO

Aquí se tiene que tomar en cuenta previamente que los problemas principales se deben a fallos de componentes eléctricos que son importados, por lo tanto, se convoca principalmente a los conocedores del funcionamiento eléctrico de las refrigeradoras. Equipo:

- Coordinador de servicios técnicos de todo el Perú.
- Dueño del proceso de ensamble de refrigeradoras.
- Encargado del control de Calidad de proveedores y de producto terminado.
- Como soporte para las actividades que demande la metodología, se tiene que mantener una estrecha comunicación con los proveedores respecto a los problemas obtenidos en Campo.

D2. DEFINIR EL PROBLEMA

El problema se presenta de la siguiente forma:

“Principales reparaciones en usuarios finales de refrigeradoras No Frost en garantía, producidas desde el 2014.”

De esta forma se delimita que el equipo trabajará en reducir las principales atenciones (ya identificadas previamente) de los servicios técnicos a clientes que compraron esta línea de refrigeradoras y que tuvieron algún problema con el artefacto dentro del período de garantía que es un año.

También se delimita el trabajo solo para una línea de producción de la fábrica, que como se explicó, cuenta con 3 líneas de refrigeración y una de cocinas.

Al mencionar “producidas desde 2014” se tiene en cuenta que la producción de este período tenía las mismas características de funcionamiento y estética de los actuales productos en fabricación. Con esto se confirma que el uso de la información podrá ser perfectamente trasladada a los productos actuales y cualquier mejora que ataque fallas acumuladas desde producción 2014 será compatible en posteriores producciones.

D3. IMPLEMENTAR ACCIONES DE CONTENCIÓN

Aquí se discute la relevancia de cada problema en base a la información de Campo. El análisis y toma de acciones queda reducido a atacar la falla de los componentes eléctricos importados: Timer, Compresor, Ventilador y Termostato. Sin embargo, al estar en la etapa de contención, se debe establecer medidas que ayuden a reducir el riesgo de enviar productos finales a usuarios y que estos presenten el mismo o mayor nivel de falla que el ya conocido. Se propone las siguientes medidas:

- Elevar el nivel de inspección de los componentes eléctricos. Si es posible el 100 por ciento de inspección, este debe ser aplicado. En este caso se aprecia como el Timer representa un gran porcentaje en el nivel de falla, por lo que debe ser tratado a manera de asegurar su reducción de fallo elevando su nivel de inspección y ser sometido a pruebas más exigentes.
- Cruce de información con los proveedores para informar nivel de falla y pedir soporte para la mejora del componente desde proveedor. Esto

suponiendo que el nivel de falla alcanzado por cada componente se debe a la falla propia componente y no que sea la consecuencia de otras fallas.

- Se propone como medida de contención para el Compresor el reemplazo por uno de mejor performance utilizado en las otras líneas pero que encarece el producto.

Por lo expuesto, estas tres medidas de contención denotan acciones rápidas para reducir la tasa de fallos, sin embargo estas consumen recursos o encarecen los productos finales, sin embargo este encarecimiento no es llevado al precio final, por lo que se traduce en reducción de ganancia. Estas medidas permanecerán hasta la búsqueda de la causa raíz y una solución robusta y permanente. Debido a que los componentes Timer, Ventilador y Termostato no pueden ser reemplazados con otros componentes ya validados en fábrica, su mejora tendrá que ser sobre el componente, desarrollo de otros similares de mejor performance o una reingeniería en el diseño.

D4. IDENTIFICAR Y VERIFICAR LA CAUSA RAÍZ

En esta parte se utiliza el Diagrama de Causa-Efecto que permitirá al equipo encontrar la o las causas raíces de los problemas principales identificados (Figura 16). Se analiza por separado los fallos para obtener un mejor detalle en el análisis:

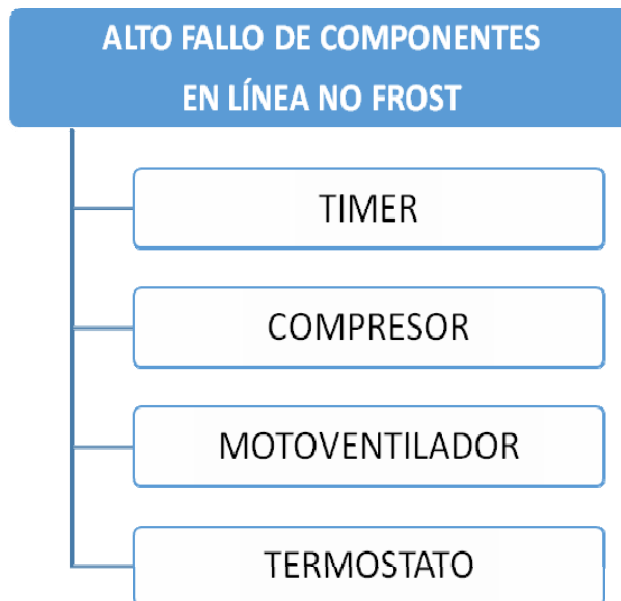


Figura 16. Componentes con mayor fallo en mercado
Fuente. Elaboración propia

En los siguientes diagramas de causas-efecto (figuras 17 al 20) se resume las ideas vertidas del equipo respecto a las posibles causas, que actúan de manera independiente o combinada generando una alta tasa de fallos en producto final.

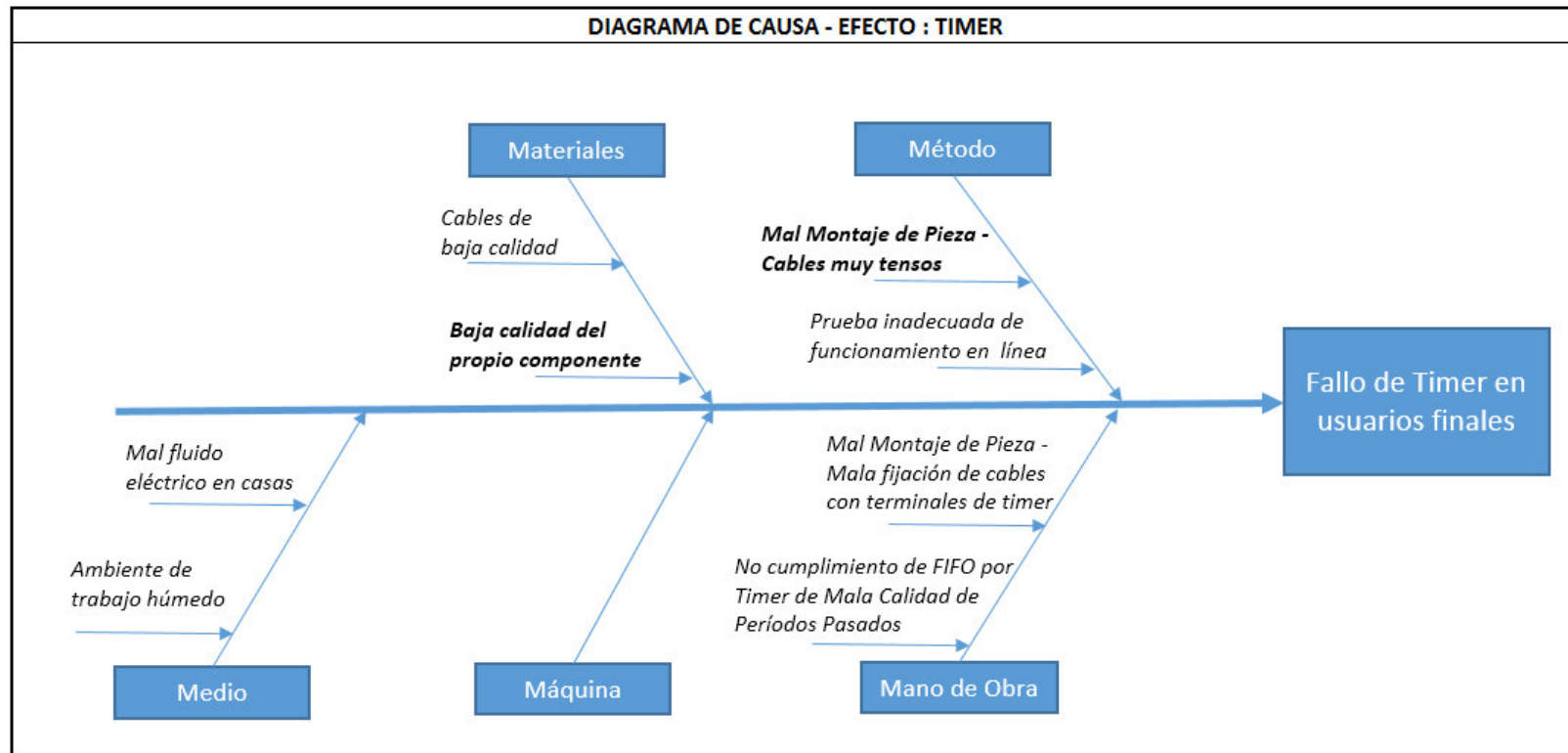


Figura 17. Diagrama Causa – Efecto Timer como uno de los principales componentes de fallo en mercado
Fuente. Empresa - Equipo 8D

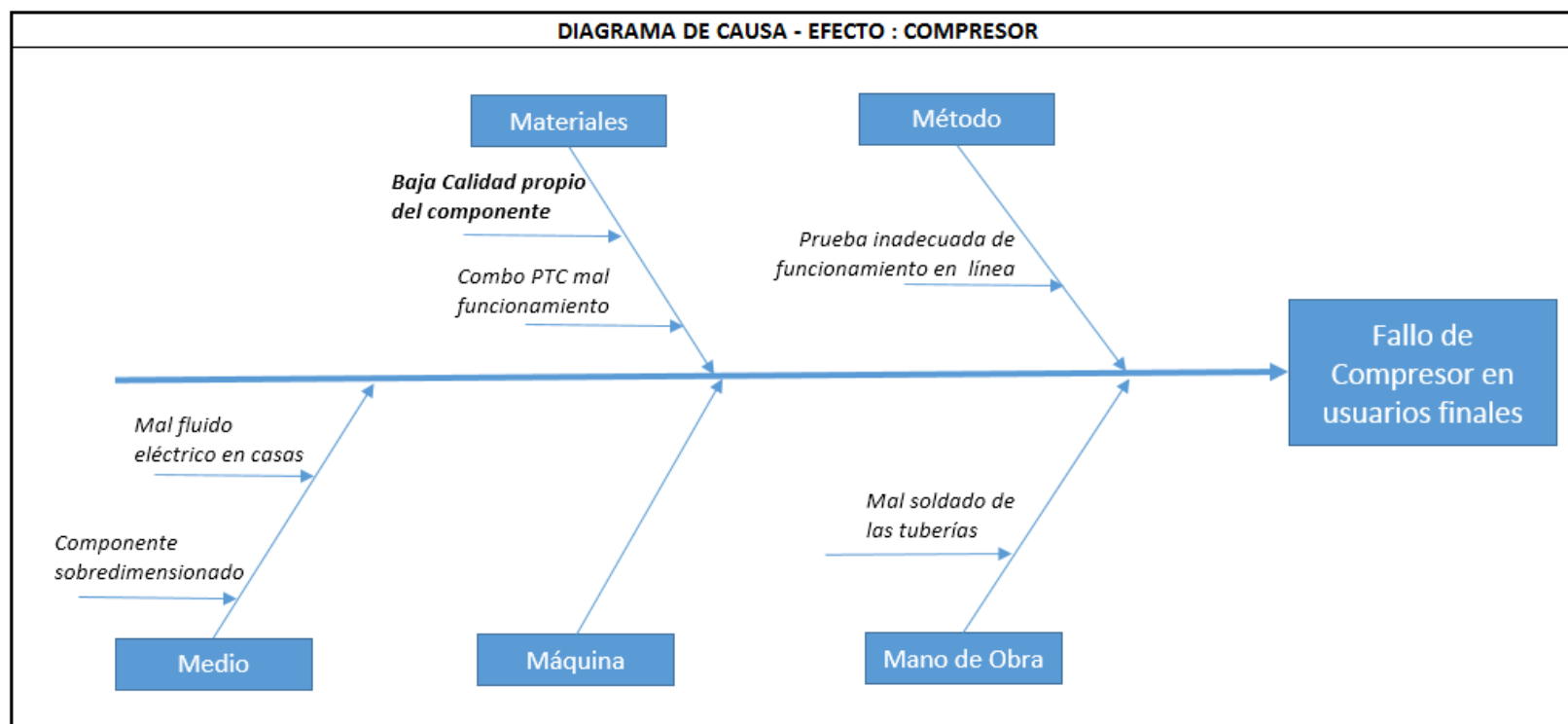


Figura 18. Diagrama Causa - Efecto Compresor como uno de los principales componentes de fallo en mercado
Fuente. Empresa - Equipo 8D

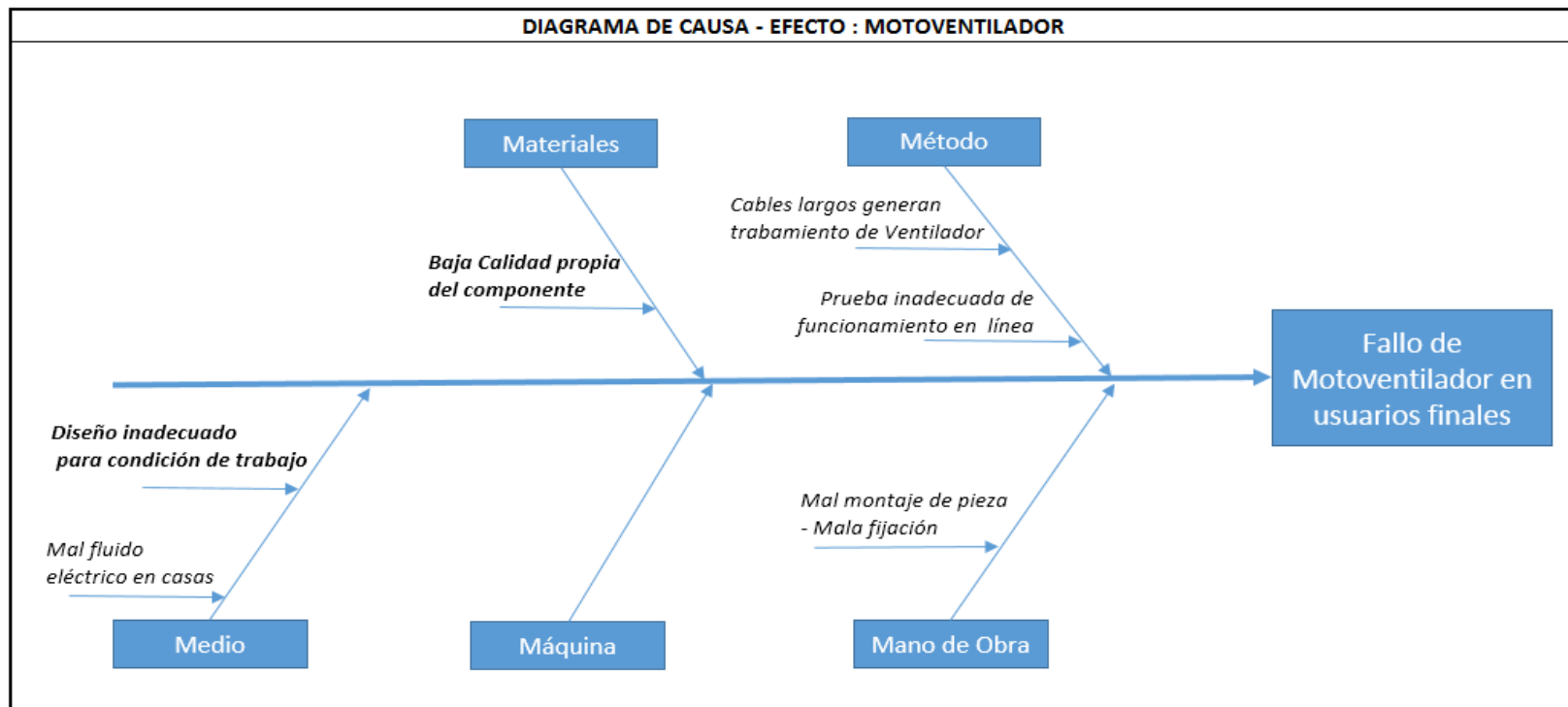


Figura 19. Diagrama Causa - Efecto Motoventilador como uno de los principales componentes de fallo en mercado
Fuente. Empresa - Equipo 8D

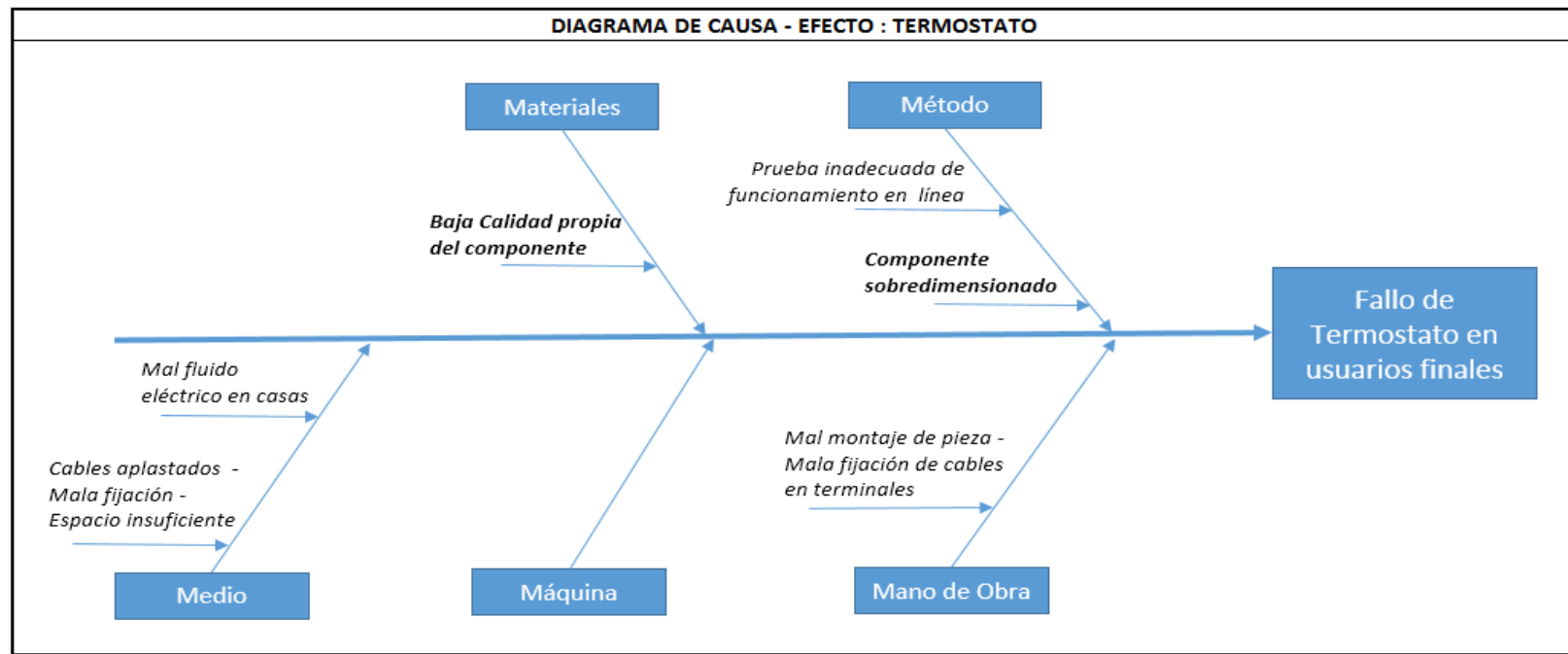


Figura 20. Diagrama Causa - Efecto Termostato como uno de los principales componentes de fallo en mercado
Fuente. Empresa - Equipo 8D

ANÁLISIS DE INFORMACIÓN DE MERCADO Y DE FÁBRICA

Tomando como base el análisis previo plasmado en los diagramas de causas-efecto, se corroboran las hipótesis con información complementaria que es manejada por el responsable del seguimiento de los fallos en mercado. Se obtienen los siguientes detalles por cada componente crítico:

TIMER: Se estudia el nivel de fallo del componente en los últimos meses de producción y se obtiene lo siguiente:

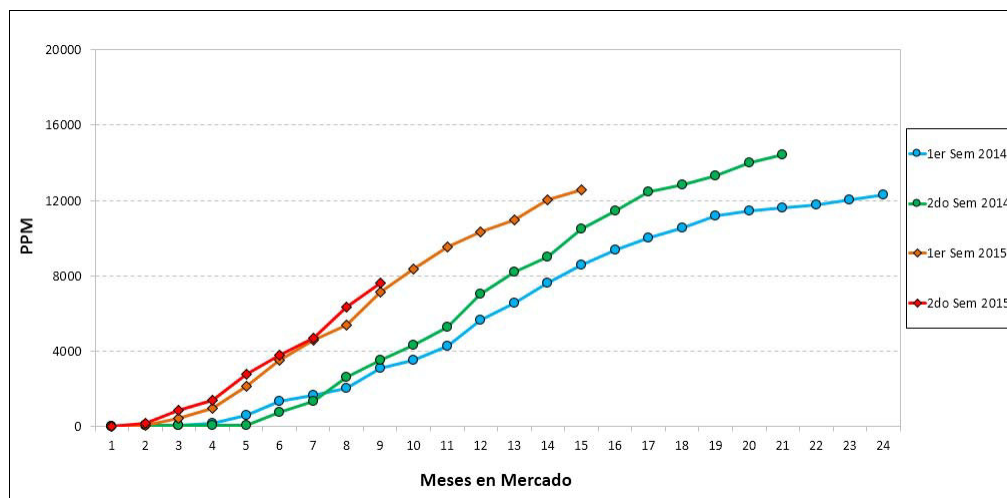


Figura 21. Indicador TCR del Timer por semestre de fabricación
Fuente. Elaboración propia

En la figura 21 el indicador TCR para este componente nos muestra que desde el 2014 las fallas del Timer se siguen presentando al mismo nivel antes de terminar los dos años en mercado. Aquí se descarta el hecho que gran parte de fallas se hayan centrado en períodos específicos de fabricación, ya que vemos su evolución de fallos por semestre, y estos alcanzan un nivel similar que es atribuible a la falla propia del componente.

No se nota una mejora a pesar de haber trabajado y exigido al proveedor solución de este componente a principios del 2015 , que dicho sea de paso, también se buscaron proveedores alternativos, no teniendo ningún éxito fundamentalmente por costos.

COMPRESOR: Se hace un análisis del performance de cada Compresor que es utilizado en fábrica (Figura 22):

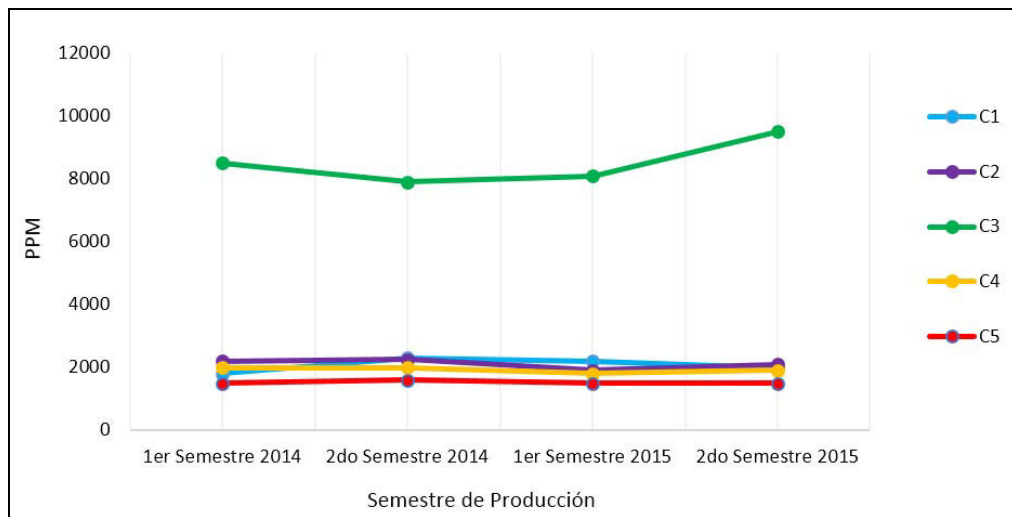


Figura 22. Indicador TCR de Compresores por semestre de fabricación
Fuente. Elaboración propia

Se puede ver claramente en la figura 22 que de los cinco modelos de Compresor utilizados en la fábrica, el modelo C3 es el que tiene una tasa de fallos alto con respecto a los otros modelos. Justamente es este el modelo utilizado en la línea en estudio y que causa tantas atenciones en usuarios finales. Se debe tomar muy en cuenta que los cinco modelos utilizados en esta empresa son fabricados por el mismo proveedor y se ha venido trabajando con ellos informando sobre el nivel de fallos del modelo de compresor C3, tanto en la fábrica peruana como otras fábricas de la corporación por más de 18 meses, no dando frutos positivos y encontrando siempre diversas causas.

MOTOVENTILADOR: Se solicitó el retorno de esta pieza cada vez que falle para el análisis respectivo en la empresa. Justamente estos análisis arrojan la siguiente distribución de tipos de fallo en mercado:

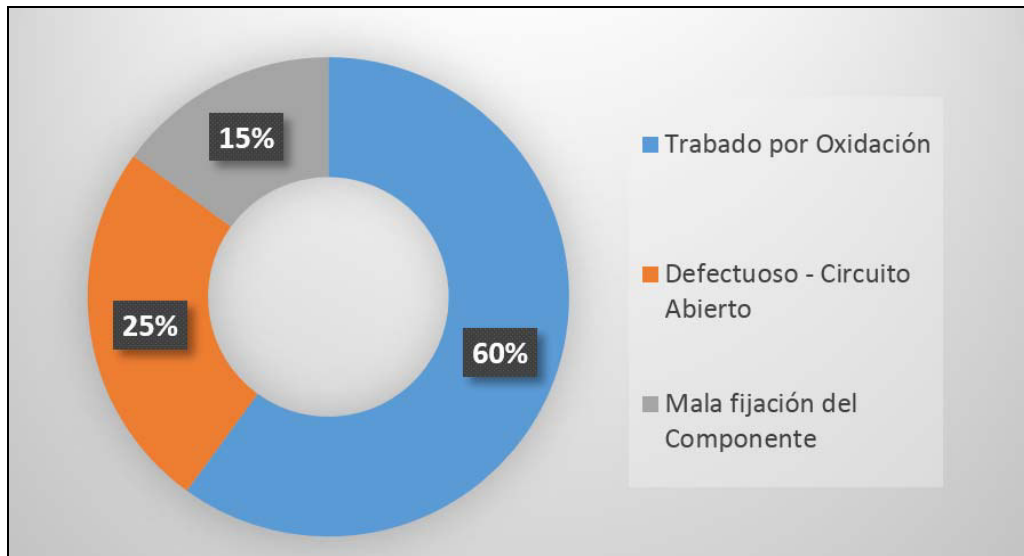


Figura 23. Distribución por tipo de fallo del motoventilador en mercado
Fuente. Elaboración propia

La distribución presentada en la figura 23 se pudo determinar debido a que la mayoría de los ventiladores que han sido cambiados por alguna falla en usuarios finales, son evaluados en la fábrica, teniendo así mayor evidencia del tipo de fallo. Se determina que el 60% de los problemas en el mercado se deben al trabamiento de este componente por oxidación. También con estas evaluaciones en fábrica se conoce que el 25% se debe a falla propia del componente por circuito abierto. Las atenciones que reportan algún fallo en el ventilador pero que no llegan a fábrica se deben a un ajuste que realiza el técnico debido a un mal montaje desde fábrica; este proceso se realiza manualmente.

TERMOSTATO: Las piezas falladas solicitadas de mercado son rápidamente enviadas a proveedor para el soporte respectivo debido a que es un proveedor corporativo.

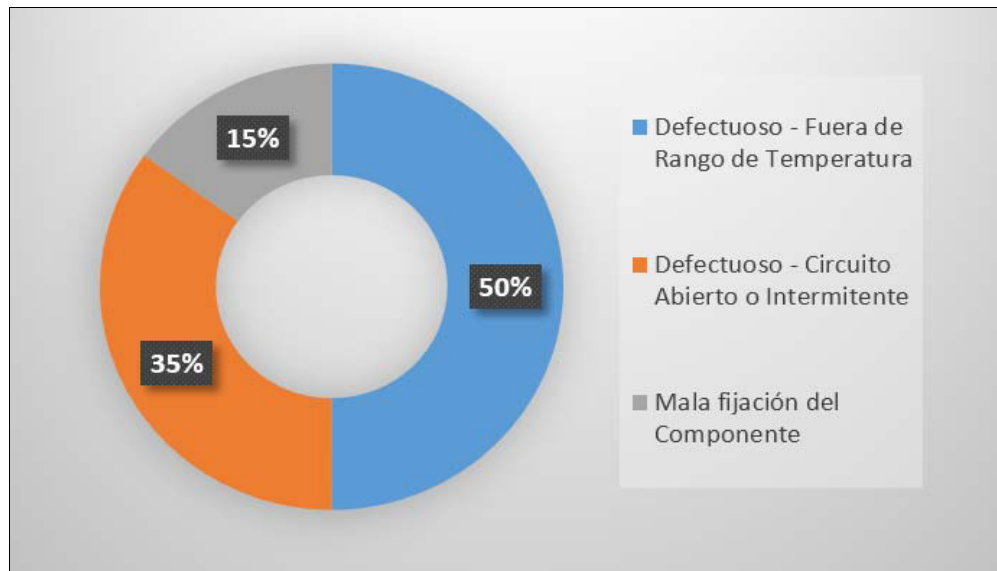


Figura 24. Distribución por tipo de fallo del termostato en mercado
Fuente. Elaboración propia

Debido a que en la empresa no se cuenta con equipos adecuados para realizar las pruebas y determinar las causas de fallos, estos termostatos fueron enviados a proveedor. La distribución de causas de fallo en mercado se presenta en la figura 24. El efecto del mal funcionamiento de este componente es crítico para el usuario y este abarca el 85% de los casos, por esto se iniciaron labores por parte del proveedor para mejorar la calidad de este componente.

D5. DETERMINAR ACCIONES CORRECTIVAS PERMANENTES

Con la información presentada de cada componente y su causa raíz, se pretende determinar acciones correctivas que logren un mejor resultado en el Mercado de manera permanente. El equipo propone lo siguiente:

MOTOVENTILADOR: Se buscará reducir la tasa de fallo por medio de un recubrimiento que permita trabajar en óptimas condiciones a este componente, a pesar del incremento de costos. Se determina esta acción debido a que la mayor parte del fallo se debe a problemas de oxidación, esto debido a que este componente carece de un recubrimiento que impida o retrase esta oxidación que genera trabamamiento.

COMPRESOR: Se verificó que el código usado en algunos modelos de esta línea tiene una alta tasa de fallos respecto a los otros cuatro utilizados en la fábrica, por lo que se sugiere una estandarización de un modelo de Compresor para modelos más pequeños, esto influye en los costos de manera negativa pero se buscará la compensación con el mayor volumen solicitado; así habrá una reducción de costos por economía de escala. Entonces, la medida de contención se hará permanente debido a lo explicado previamente y al no encontrar inconvenientes técnicos al reemplazar de manera definitiva el modelo de compresor C3 por el modelo de compresor C4.

La medida tendrá un gran impacto en las fallas encontradas en Campo. Esto no quiere decir que se eliminará la falla por completo, lo que se busca es tener una tasa de fallos menor y similar a la de los otros compresores ya usados en fábrica.

TIMER Y TERMOSTATO: Debido a una tasa alta de fallos de los componentes eléctricos, que como se ha mostrado, representan gran parte de los problemas ocurridos en clientes finales, el equipo propone un reemplazo de dos de los cuatro componentes. El Timer y Termostato serán reemplazados por un **electrónico básico** que tendrá como fin reducir la tasa de fallos de estos dos componentes en conjunto. Esta medida logrará concentrar los esfuerzos del equipo en un solo componente más complejo. Además, esta medida se propone debido a que se tiene información corporativa que sirve de soporte para poder lograr el cambio a un mediano plazo y con la confianza del buen desempeño de este componente, ya que es utilizado en otras fábricas de la corporación.

Debido a este cambio se tendrá que hacer variaciones en los moldes de inyección y se estima un tiempo de aplicación del electrónico básico de 6 meses. Se muestra el plano explosivo del cambio en el anexo 1.

Además, se tiene como elemento impulsador del cambio el migrar a elementos más complejos para elevar el nivel de la marca a un mercado más exclusivo. Esto se buscará por medio de estrategias de Marketing.

Por lo explicado, es necesario hacer un análisis que sea de implementación temprana en fábrica pero principalmente que asegure un mejor performance en el mercado. Con base en lo explicado y la información corporativa que se tiene del componente, es necesario utilizar el AMFE de diseño para poder prever los cambios necesarios y potenciales riesgos que afectarían al desempeño del producto final (ver cuadro 2).

Cuadro 2. Aplicación del AMFE para la prevención de fallas en el producto

No.	Interface / Parte / Proceso	Función	Potencial Efecto de Falla	Severidad	Potencial Modo de Falla	Potencial Causa de Falla	Acciones preventivas ya realizadas	Ocurrencia	Criticidad	Modo de Detección	Detección	RPN	Acciones sugeridas	Responsable	Fecha limite
1	EPS (Poliestireno Expandido) superior / inferior	Permite la distribución del aire entre Freezer y Conservador	No permite distribuir el aire	8	No se forma el canal y/o no permite el correcto montaje del damper	Mala inyección de la pieza	-	1	C	Se detecta en línea de ensamble, no permitiría ensamblar	1	8	-	-	
2	EPS superior / inferior	Permite la distribución del aire entre Freezer y Conservador	No permite distribuir el aire	8	No se forma el canal y/o no permite el correcto montaje del damper	Mal diseño	-	8	A	Se detecta en línea de ensamble, no permitiría ensamblar	1	64	Fabricación de prototipos con las piezas	Juan M.	Done
3	EPS superior / inferior	Permite la distribución del aire entre Freezer y Conservador	No permite distribuir el aire	8	No se forma el canal y/o no permite el correcto montaje del damper	Densidad y geometría inadecuada del tecnopore (no cumple especificaciones del plano)	-	3	B	Se detecta en línea de ensamble, no permitiría ensamblar	1	24	Definir los parámetros de control de la densidad del material y geometría	Frank M.	Done
4	EPS superior / inferior	Permite la distribución del aire entre Freezer y Conservador	No permite distribuir el aire	8	No se forma el canal y/o no permite el correcto montaje del damper	Deformaciones por almacenamiento inadecuado	-	1	C	Se detecta en línea de ensamble, no permitiría ensamblar	3	24	-	-	
5	EPS superior / inferior	Permite la distribución del aire entre Freezer y Conservador	No permite distribuir el aire	1	Conservador no recibe el aire frío del freezer	Componente no está alineado con la bocatoma de aire frío del taco	Definido: diseño considerará EPS superior tenga un chafan para ayudar a la alineación parcial.	10	B	Se detecta en línea de ensamble, no permitiría ensamblar	3	30	-	-	
6	EPS superior	Permite el montaje del damper	No permite el montaje del damper	8	No se puede montar el damper	Las medidas críticas en la inyección no se controlaron	-	5	A	Se detecta en línea de ensamble, no permitiría ensamblar	3	120	Establecer medidas críticas para la inspección del componente	Frank M.	Done
7	EPS superior	Canalizar el aire desde el freezer hacia el damper	No canaliza el 100% del aire helado del freezer al damper	3	Desalineamiento de canales	Mal montaje de piezas en línea de ensamble	-	10	A	Se muestrea en Auditoría de producto terminado	5	150	Hoja instructiva en punto crítico de ensamble de los Tecnopores	Eddy S.	Done

Fuente. Elaboración Propia

Cuadro 2. Aplicación del AMFE para la prevención de fallas en el producto

No.	Interface / Parte / Proceso	Función	Potencial Efecto de Falla	Severidad	Potencial Modo de Falla	Potencial Causa de Falla	Acciones preventivas ya realizadas	Ocurrencia	Criticidad	Modo de Detección	Detección	RPN	Acciones sugeridas	Responsable	Fecha Límite
8	EPS superior	Aísla el aire helado	No aísla aire helado	5	Condensación en Conservador	Densidad inadecuada del tecknopor	-	3	B	Se muestrea semanalmente el componente	8	120	-	-	-
9	Damper	Control de temperatura	No controla la temperatura entre 0 y 6°C	8	Temperaturas altas o muy frías por flap trabado	Falla en componente	-	1	C	Muestras en laboratorio	5	40	-	-	-
10	Damper	Control de temperatura	No controla la temperatura entre 0 y 6°C	8	Temperaturas altas o muy frías porque bulbo no sensa	Falla en componente	-	3	B	Muestras en laboratorio	8	192	-	-	-
11	Damper	Control de temperatura	No controla la temperatura entre 0 y 6°C	8	Temperaturas altas o muy frías en conservador o congelador	Calibración del damper en fábrica no contempla todas las condiciones de trabajo	-	5	A	Muestras en laboratorio	8	320	Reevaluación de los parámetros de trabajo del sistema de refrigeración	Juan M.	Done
12	Perilla	Permite la manipulación del vástago del damper	No se puede manipular el vástago del damper	5	No controla la temperatura	Geometría inadecuada para la manipulación (mal diseño-resbala con los dedos)	Diseño considera una mejor geometría para la manipulación de la perilla	8	A	Se detecta en auditoría de producto terminado	1	40	Revisión de diseño por Marketing en Pre-piloto	Juan M.	Done
13	Perilla	Permite la manipulación del vástago del damper	No se puede manipular el vástago del damper	5	No controla la temperatura	Geometría inadecuada para la manipulación (mal proceso de inyección)	-	3	B	Se detecta en auditoría de producto terminado	3	45	-	-	-
14	Perilla	Permite la manipulación del vástago del damper	No se puede manipular el vástago del damper	5	No controla la temperatura	No se ajusta el vástago y no se produce el giro- a pesar de girar la perilla (Diseño)	-	8	A	Se detecta en auditoría de producto terminado	3	120	Revisión de diseño por Marketing en Pre-piloto	Juan M.	Done
15	Perilla	Permite la manipulación del vástago del damper	No se puede manipular el vástago del damper	5	No controla la temperatura	No se ajusta el vástago y no se produce el giro- a pesar de girar la perilla (Inyección)	-	1	C	Se detecta en auditoría de producto terminado	3	15	-	-	-

Fuente. Elaboración Propia

Cuadro 2. Aplicación del AMFE para la prevención de fallas en el producto

No.	Interface / Parte / Proceso	Función	Potencial Efecto de Falla	Severidad	Potencial Modo de Falla	Potencial Causa de Falla	Acciones preventivas ya realizadas	Ocurrencia	Criticidad	Modo de Detección	Detección	RPN	Acciones sugeridas	Responsable	Fecha Límite
16	Perilla	Permite la manipulación del vástago del damper	No se puede manipular el vástago del damper	5	No controla la temperatura	No se ajusta el vástago y no se produce el giro- a pesar de girar la perilla (Montaje)	-	3	B	Se detecta en auditoría de producto terminado	3	45	Instructivo de montaje en línea de ensamble	Eddy S.	Done
17	Perilla	Perilla indica el nivel de regulación	No indica el nivel de regulación	5	No controla la temperatura	Mala serigrafía, mal acabado	-	1	C	Se detecta en línea de ensamble	1	5	-	-	-
18	Perilla	Perilla indica el nivel de regulación	No indica el nivel de regulación	5	No controla la temperatura	No contar con señalización	Se tienen mejoras en el diseño de serigrafía	5	A	Se detecta en línea de ensamble	1	25	Revisión de diseño por Marketing en Pre-piloto	Juan M.	Done
19	Perilla	Perilla indica el nivel de regulación	No indica el nivel de regulación	5	No controla la temperatura	Las indicaciones no son claras	-	3	B	Se detecta en línea de ensamble	1	15	Revisión de diseño por Marketing en Pre-piloto	Juan M.	Done
20	Perilla	Perilla indica el nivel de regulación	No indica el nivel de regulación	5	No controla la temperatura	No contar con acceso visual de las indicaciones	-	3	B	Se detecta en línea de ensamble y auditoría de producto terminado	1	15	Revisión de diseño por Marketing en Pre-piloto	Juan M.	Done
21	Perilla	Permite regulación frecuente del usuario	No soporta una frecuencia de uso diario	5	No controla la temperatura	Muy debil (mal diseño)	-	5	A		8	200	Seguimiento de defecto en Campo	Rick P.	Done
22	EPS Inferior	Permite alojar la perilla con el vástago del dâmpen	No permite alojar la perilla con el vástago del damper	8	No se podría ensamblar con el damper y controlar la temperatura	Mala inyección del agujero de pase de perilla	-	3	B	Se detecta en línea de ensamble y auditoría de producto terminado	1	24	Se evaluará puntos críticos en pilotos	Eddy S.	Done
23	EPS Inferior	Permite alojar la perilla con el vástago del dâmpen	No permite alojar la perilla con el vástago del damper	8	No se podría ensamblar con el damper y controlar la temperatura	Agujero desalineado por causa del molde	-	3	B	Se detecta en línea de ensamble y auditoría de producto terminado	1	24	Se evaluará puntos críticos en pilotos	Eddy S.	Done

Fuente. Elaboración Propia

Cuadro 2. Aplicación del AMFE para la prevención de fallas en el producto

No.	Interface / Parte / Proceso	Función	Potencial Efecto de Falla	Severidad	Potencial Modo de Falla	Potencial Causa de Falla	Acciones preventivas ya realizadas	Ocurrencia	Criticidad	Modo de Detección	Detección	RPN	Acciones sugeridas	Responsable	Fecha Límite
24	EPS Inferior	Evitar la fuga de aire helado por el orificio donde pasa el vástago del Damper	No evita la fuga del aire helado a través del orificio de la perilla	5	Muy bajas temperaturas en conservador	Mal sellado entre el EPS y el damper (diseño)	-	8	A	Se detecta en línea de ensamble y auditoría de producto terminado	1	40	Consideración en prueba de funcionamiento de pilotos	Alberto M.	Done
25	EPS Inferior	Evitar la fuga de aire helado por el orificio donde pasa el vástago del Damper	No evita la fuga del aire helado a través del orificio de la perilla	5	Muy bajas temperaturas en conservador	Mal sellado entre el EPS y el damper (proceso de inyección)	-	3	B	Se detecta en auditoría de producto terminado	5	75	Consideración en prueba de funcionamiento de pilotos	Alberto M.	Done
26	EPS Inferior	Evitar la fuga de aire helado por el orificio donde pasa el vástago del Damper	No evita la fuga del aire helado a través del orificio de la perilla	5	Muy bajas temperaturas en conservador	Mal sellado entre el EPS y el damper (mal montaje)	-	5	A	Se detecta en auditoría de producto terminado	5	125	Consideración en prueba de funcionamiento de pilotos	Alberto M.	Done
27	Electrónico	Sensar las temperaturas de refrigerador	No sensa Temperaturas del Refrigerador	8	Temperaturas inadecuadas en Refrigerador	Problema de componente	Verificación del buen desempeño en otras fábricas	3	B	Se detecta en auditoría de producto terminado	5	120	Pruebas de Campo	Juan M.	Done
28	Electrónico	Controlar los ciclos de refrigeración	No controla los ciclos de refrigeración	8	Mal funcionamiento del sistema de refrigeración (Temperaturas inadecuadas, Inoperatividad)	Problema de componente	Verificación del buen desempeño en otras fábricas	3	B	Se detecta en auditoría de producto terminado	5	120	Pruebas de Campo	Juan M.	Done

Fuente. Elaboración Propia

Como se observa, los puntos de mayor riesgo en el AMFE tienen actividades sugeridas, las cuales ya fueron realizadas y probadas. Con este análisis previo del cambio, se tiene mayor seguridad de reducir las fallas en el producto terminado.

D6: IMPLEMENTAR Y VERIFICAR LAS ACCIONES CORRECTIVAS PERMANENTES

Luego del análisis se determina las acciones correctivas que permitirán un mejor desempeño de los productos en mercado. Estas acciones son delegadas a los responsables de cada mejora propuesta por el equipo. Debido a que se requiere un cambio de diseño y reemplazo de componentes eléctricos, el área de desarrollo será el encargado de la implementación de la mayoría de los cambios. Además, estos cambios serán debidamente probados en la línea de ensamble previo al cambio permanente. En el cuadro 3 se muestra un cronograma general de actividades por cada componente crítico en Mercado.

Cuadro 3. Cronograma general de actividades - Mejora de los principales defectos en mercado

Inicia: Semana 1
Finaliza: Semana 16

			Semana															
Responsable	Componente Crítico	Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Juan M	Timer	Desarrollo del Proyecto de Electrónico Básico																
Juan M	Termostato	Desarrollo del Proyecto de Electrónico Básico																
Juan M	Compresor	Reemplazo por otro modelo de mejor performance en mercado																
José M	Motoventilador	Trabajo con Proveedor, feedback para mejora de componente por fallas eléctricas																
José M	Motoventilador	Recubrimiento en bobina de motor para evitar corrosión y trabamiento																

Fuente. Empresa – Equipo 8D

D7: PREVENIR LA RE-OCURRENCIA DEL PROBLEMA Y/O SU CAUSA RAÍZ

Los problemas encontrados en el mercado no fueron detectados en fábrica, por esto es necesario mantener un riguroso seguimiento de los principales problemas que encuentran los servicios técnicos por desperfectos en el producto.

Desde el punto de vista del equipo es necesario tomar muestras que aceleren los fallos simulando las condiciones de uso. Las fallas presentadas en estas simulaciones podrán ser corregidas lo más pronto posible en fábrica. Para esto existen pruebas normadas en aparatos de refrigeración como los test de vida y las pruebas del peor escenario. Para las evaluaciones que permitan replicar lo que se presentaría en condiciones de uso normal es vital la información histórica de fallos de los productos. Es así que los *inputs* que los servicios técnicos den a las pruebas será un punto que acerque mucho más las pruebas a condiciones reales de uso.

De esta forma se descubren fallos antes de que salgan al mercado, se previene la re-ocurrencia de los fallos ya analizados y debidamente corregidos y se minimiza los riesgos de reclamos en usuarios finales por cualquier desperfecto encontrado.

D8: RECONOCER LOS ESFUERZOS DEL EQUIPO

Se documentan los análisis y acciones del equipo de trabajo para eventos posteriores. El líder del 8D reconoce los esfuerzos del equipo y se da por concluido el objetivo del equipo.

5.4 Estimación del impacto económico de las acciones propuestas

Las atenciones en usuarios finales por fallas del producto en período de garantía generan costos que son clasificados dentro del grupo COSTOS DE CALIDAD en la empresa, al igual que el SCRAP (Chatarra) y REWORK (re-trabajo). Las mejoras propuestas apuntan a una reducción de fallos del producto en usuarios finales; teniendo como consecuencia ahorro de costos de garantía. Estos costos de atención dependen principalmente de la complejidad en la solución del fallo. Debido a que se tiene un estado inicial de las cantidades de atenciones por mes y por tipo de fallo, se puede obtener un estimado del ahorro de costos de garantía al implementar las mejoras descritas en el 8D.

En la estimación presentada en el cuadro 4 se tiene en cuenta que los costos de atención son promedios que incluyen los costos por mano de obra del técnico, el costo de las piezas cambiadas y el prorrateo del costo de los productos devueltos. Además, se presentan los estados actuales de falla medido en **partes por millón** de productos manufacturados en la empresa (PPM) y su proyección con las mejoras. Con todo esto, se obtiene el estimado de ahorro de costos.

Cuadro 4. Estimación del impacto económico

Componente	Actividad	Estado Actual (PPM)	Costo de Atención Actual (Dólares)	Estado Proyectado (PPM)	Costo de Atención Proyectado (Dólares)	% Costo Total por Falla (Actual)	% Costo Total por Falla (Proyectado)
Timer + Termostato	Desarrollo del Proyecto de Electrónico Básico	17000	35	5000	50	40%	17%
Compresor	Reemplazo por otro modelo de mejor performance en mercado	4000	130	1800	130	25%	11%
Motoventilador	Kaizen con Proveedor: mejora de componente por fallas eléctricas. Recubrimiento de bobina de motor para evitar corrosión y trabamiento	2500	30	1000	30	6%	2%

Fuente. Elaboración Propia

Es así que se estima una mejora total en costos de un 40% al término de la aplicación de todas las actividades propuestas. Por lo que se encuentra desde ya un sustento fuerte para empujar las acciones.

Se hace énfasis que estas mejoras no solo afectan positivamente a los costos de garantía; la reducción de atenciones por fallos del producto en mercado habla muy bien de los productos de la empresa al cumplir las expectativas del cliente. Es así que también se colabora a la fidelización del cliente al elevar la calidad del producto.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

1. El análisis de las atenciones de los servicios técnicos utilizando herramientas básicas de Calidad permitió verificar la normalidad y buen desempeño ético y profesional de todo el personal en todo el Perú.
2. La aplicación de la herramienta 8D reveló el gran peso que tienen los componentes eléctricos en el nivel de fallo que presentan las refrigeradoras en mercado, lo que permitió hacer énfasis en el trabajo conjunto con los proveedores y toda la cadena verificación de calidad previa al ensamble de dichos componentes en el producto final.
3. Con el uso de la herramienta AMFE de producto se identificaron varios puntos de riesgo en el desarrollo del “electrónico básico” que hubiera causado demoras en la aplicación en fábrica del nuevo componente y muy posiblemente fallos en el producto final. El AMFE ha desarrollado el carácter preventivo a las fallas en la empresa, tanto en la fábrica de refrigeración como la de cocinas.
4. El análisis y solución de fallos recurrentes de los productos en Mercado le da a la empresa una ventaja competitiva que a largo plazo se verá reflejado en incremento de ventas, ya que se reducirán los fallos y se mejorará el porcentaje de clientes satisfechos.
5. La reducción en 40% en los costos de garantía teniendo como herramientas de mejora las metodologías descritas permite sustentar solo la parte económica del trabajo realizado. Sin embargo, y como se recalca en varias partes de la tesina, el efecto principal del trabajo recae en mantener el prestigio de la marca al tener menos productos fallados.

6.2 Recomendaciones

1. Debido a que en el presente trabajo se ha presentado problemas en campo; es necesario tener todo el detalle posible de las atenciones futuras con respecto a nuevos cambios introducidos. Es de vital importancia obtener información de primera mano, esto es, analizar en conjunto los componentes que fallaron en mercado; así como los productos devueltos para poder replicar los fallos y llegar a la causa raíz para poder derivar acciones de contención y luego correctivas que colaboren a la mejora continua.
2. Debido a que las funcionalidades y características estéticas de los productos en el sector de electrodomésticos exigen renovaciones periódicas, se debe tener muy en cuenta la información de los fallos presentados en Mercado en período de garantía para reducir la tasa de fallos de los nuevos productos. Es vital la información de Mercado para el desarrollo de nuevos productos.
3. Una mayor preocupación de la Gerencia General en capacitaciones del personal donde se fomente la ideología de usar herramientas de Calidad para solucionar problemas con los artefactos producidos se traducirá en reducción de costos y mejora continua, tal como se presentó en este trabajo.
4. Debido a que se estima una reducción del costo de atenciones en un 40% con las acciones sugeridas. Se propone un re-direccionamiento de dichos costos reducidos, ya que se podría emplear a los servicios técnicos para la instalación de los productos y así conseguir mayor satisfacción del cliente hasta llegar a su fidelización. Esta acción ya tiene un precedente en otra línea de la empresa.

5. Se debe considerar prioridad el compromiso de la organización para dar solución inmediata a los problemas que se presentan en usuarios finales; ya que estos no dañan la productividad en la planta pero afectan la imagen de la marca y se puede perder mercado.
6. Es importante que las acciones correctivas sugeridas desde el equipo de trabajo al usar las herramientas de calidad sean debidamente probadas y aceptadas dentro del marco que establezca el mismo equipo. De no conseguir resultados cien por ciento satisfactorios; el análisis de riesgos determinará la aceptación de la acción correctiva o su rechazo.

BIBLIOGRAFÍA

ALDANA DE VEGA, Luz Ángela y VARGAS QUIÑONES, Martha Elena (2011). *Calidad y Servicio: Conceptos y Herramientas*. Bogotá: Eco Ediciones

Bosch Group (Mayo, 2013). Problem Solving. *Quality Management in the Bosch Group*.

GARCÍA FLORES, Bruno (2013). *Aplicación de herramientas de calidad enfocadas a la disminución de desperdicios durante la producción en un centro de personalización de tarjetas bancarias* (Tesis de pregrado) Recuperado de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/>

HOROVITZ, Jacques (2001). *Los siete secretos de servicio al cliente*. Madrid, España: Prentice Hall.

KAZUO, Ozeki y TETSUICHI, Asaka (1988). *Manual de herramientas de calidad*. España: Tecnologías de Gerencia y Producción

MÉNDEZ GAMBOA, Marcos Alonso (2008). *Análisis de Confiabilidad utilizando modelos de componentes genéricos y matrices de programación de fallas* (Tesis de Maestría en Ciencias) Recuperado de http://www.cenidet.edu.mx/subaca/web-elec/tesis_mc/206MC_mamg.pdf

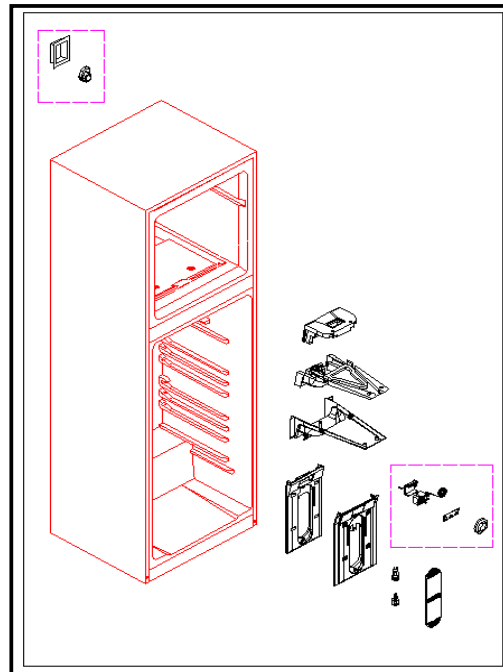
PETERS y WATERMAN (1985). *En busca de la Excelencia*. Bogotá: Norma.

ANEXOS

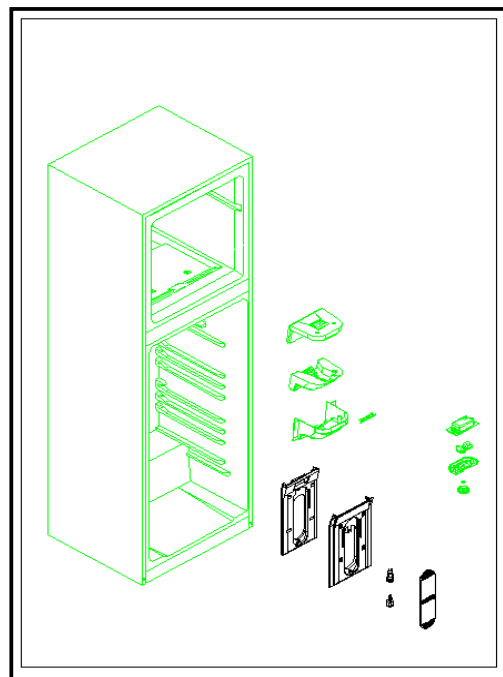
Anexo 1. Cuadro de valoraciones AMFE

S (Severidad) Cuan severo es el efecto de este tipo de defecto en el respectivo cliente		O (Probabilidad de Ocurrencia) Cuan probable es que el tipo de defecto examinado ocurra en el cliente		D (Probabilidad de no ser detectado) Cuan probable es que el defecto llegue al cliente	
CRITERIO	PUNTUACIÓN	CRITERIO	PUNTUACIÓN	CRITERIO	PUNTUACIÓN
Efecto de falla muy grave - La falla puede provocar situaciones de peligro (lesiones) - No conformidades con las normas legales - Descompostura total del producto con posterior daño	10	Ratio de falla muy alto Fallos ocurren a gran escala (>100,000 ppm o > 10%)	10	Falla será pasada a cliente sin ser detectada Descubrimiento de la falla es improbable. La fiabilidad de la detección no puede ser probada, procedimientos de prueba inciertos.	10
Efecto de falla alto - Operatividad restringida del producto o partes - Gran molestia de cliente - Retrabajos o empleo de servicios	8	Ratio de falla alto Fallos ocurren muy frecuentemente (<100,000 ppm o <10%)	8	Detección mínima Descubrimiento de la falla es menos probable. La fiabilidad de la detección probablemente no puede ser probada.	8
Efecto de falla moderado - Leve deterioro del producto (perceptible por el cliente) - Descontento del cliente - Servicio al cliente	5	Ratio de falla bajo Fallos ocurren ocasionalmente (<10,000 ppm o <1%)	5	Detección baja Falla es descubierta principalmente. Fiabilidad de la detección puede ser probada, procedimientos de prueba son relativamente certeros	5
Efecto de falla bajo - Ligero deterioro óptico - Ligera molestia del cliente - Costos leves	3	Ratio de falla bajo Fallos ocurren raramente (<1,000 ppm o <0.1%)	3	Detección alta Falla es descubierta con alta probabilidad. Confirmado por varios métodos independientes	3
Efecto de falla no perceptible - Deterioro de la función solo reconocible por el técnico - Costos mínimos - Deterioro ópticamente no percibido	1	No hay acontecimientos conocidos sobre productos similares Aproximadamente no ocurre fallas	1	Detección muy alta Definitivamente la falla es descubierta	1

Anexo 2. Explosivos del sistema de control de una Refrigeradora – Línea No Frost



Diseño Actual



Diseño Propuesto